# DIE TRIANGULATION VON JAVA AUSGEFÜHRT VOM PERSONAL DES GEOGRAPHISCHEN...

Jean Abraham Chrétien Oudemans





LIBRARY
VERITAS
OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN





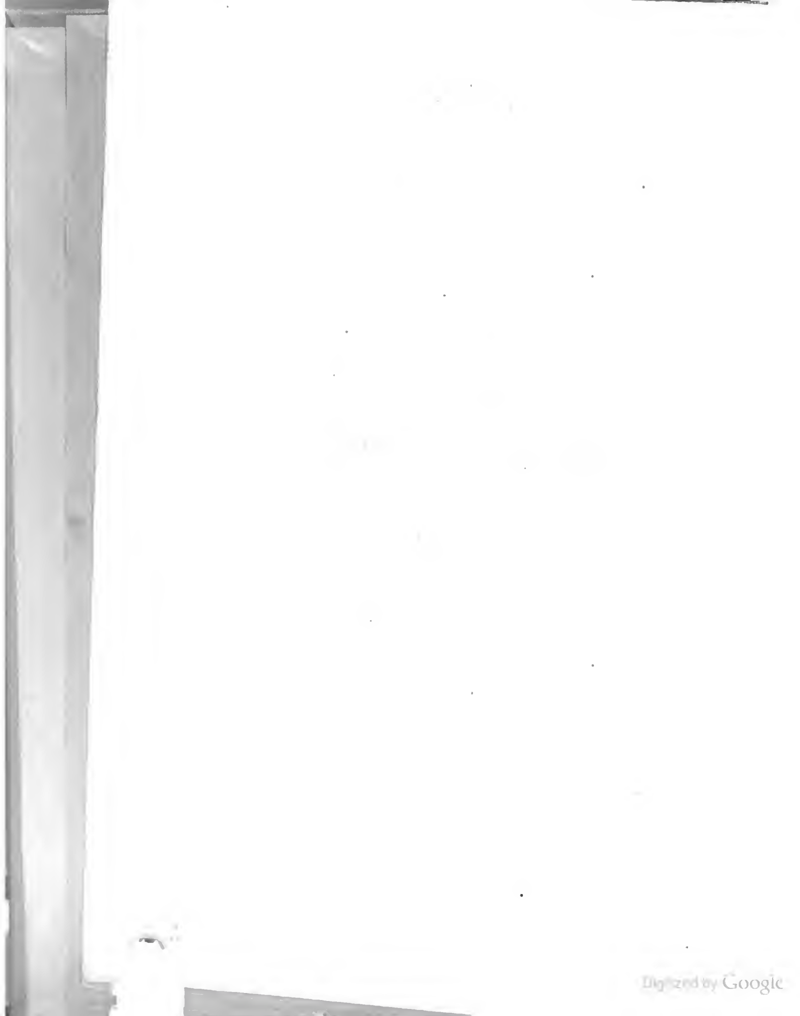




# DIE TRIANGULATION VON JAVA

---

## DRITTE ABTHEILUNG



# DIE TRIANGULATION VON JAVA

AUSGEFÜHRT VOM

# PERSONAL DES GEOGRAPHISCHEN DIENSTES



IN

# NIEDERLÄNDISCH OST-INDIEN

## DRITTE ABTHEILUNG

ERGÄNZUNGEN ZU DEN BEIDEN ERSTEN ABTHEILUNGEN.
GENAUE BESTIMMUNG DES VERHÄLTNISSES ZWISCHEN DEM NORMALMETER UND DEM METRE DES ARCHIVES. DAS BASISNETZ VON SIMPLAK.
DIE BASISMESSUNGEN BEI LOGANTONG UND BEI TANGSIL, SOWIE DIE BEIDEN DAZU GEHÖRENDEN BASISNETZE.

IM AUFTRAG DES MINISTERIUMS DER KOLONIEN UND UNTER MITWIRKUNG VON


**J. C. A. VAN ASPEREN**, Geogr. Ingenieur in Ost-Indien a. D.
**M. L. J. VAN ASPEREN**, Kapitän zur See a. D.
**W. G. TEUNISSEN**, Assistenten bei dem Geogr. Dienst in Ost-Indien a. D. und
**A. A. NIJLAND**, Cand. phil.

BEARBEITET VON

**D^R. J. A. C. OUDEMANS**

Professor der Astronomie an der Reichs-Universität zu Utrecht, ehemaligem Hauptingenieur und Chef des Geographischen Dienstes in Ost-Indien

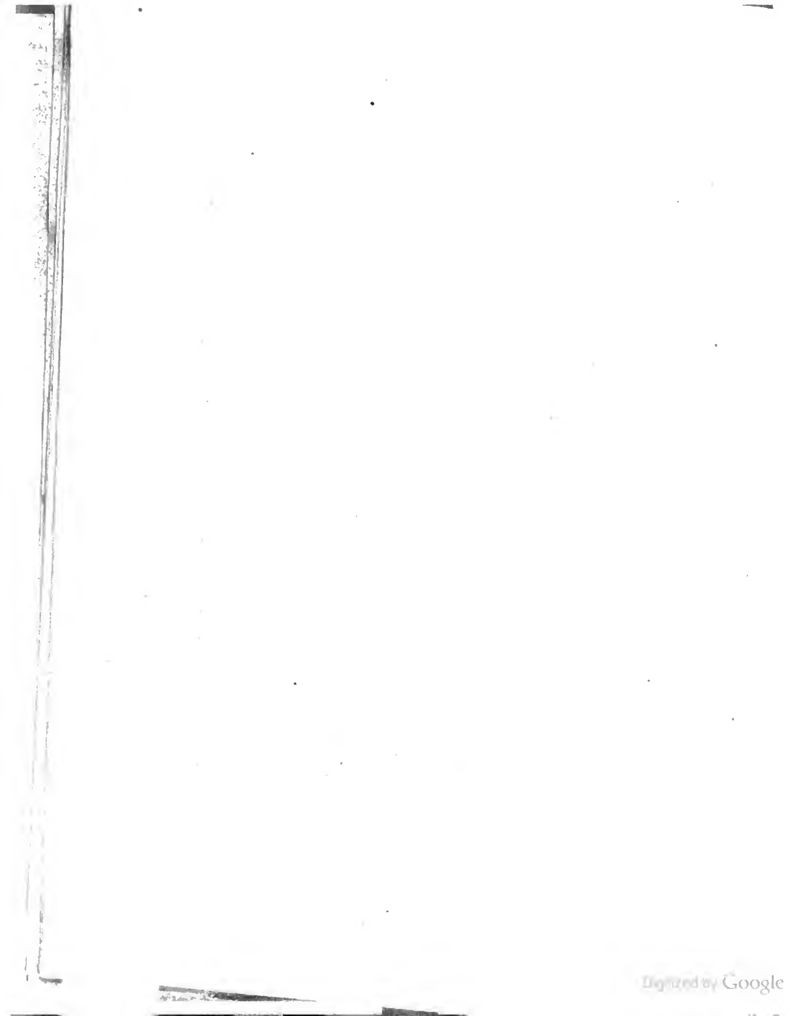


DRUCK VON JOH^S. ENSCHEDÉ EN ZONEN ZU HAARLEM

HAAG
MARTINUS NIJHOFF
1891

# INHALT.

## NACHTRÄGE.



# VORWORT.

## Einige Bemerkungen zu dem von Herrn Prof. Helmert im XVI Bande der Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft gegebenen Referat über die beiden ersten Abtheilungen dieses Werkes.

Herr Prof. Helmert hat den beiden bereits erschienenen Abtheilungen dieses Werkes die Ehre einer Besprechung in der V. J. S. der Astron. Gesellschaft, Bd. XVI, S. 120—134 erwiesen, auf welches ich mir das Folgende zu bemerken erlaube.

S. 120, Z. 12 v. u. ist es wohl ein Druckfehler, dass die Länge der kurzen Messstangen zu $2^m$ angegeben ist; dieselbe beträgt nur $1^m$, und dies stimmt auch mit demjenigen, welches auf der nächsten Seite, Z. 13 v. u. über die Entfernung der Mikroskope gesagt wird.

S. 124 werden über die Art und Weise, wie der Ausdehnung des Mikroskopträgers während der Zwischenzeit einer vorhergehenden und einer folgenden 5-Metermessung Rechnung getragen worden ist, einige Bemerkungen gemacht. Ich schreibe dieselben der Schwierigkeit zu, aus der Beschreibung eines Apparats, und sei diese noch so sorgfältig abgefasst, auf alle Details seines Gebrauches zu schliessen. Ich habe Seite 25 und 26 der $2^{ten}$ Abtheilung nochmals genau nachgelesen, kann aber weder einen Fehler in meinem Verfahren finden, noch zu dem Urtheil gelangen, dass die gegebene Vorstellung nicht deutlich genug sei. Speciell muss ich hier hervorheben, dass die vom Ref. S. 124 gemeinte Correction

$+ \frac{1}{5}$ der Länge des Mikroskopenträgers IV, gemessen mittelst der Stange IV,

und eine zweite (denn eine Ablesung findet man ja bereits im Schema vermeldet) »Ablesung des Striches $II_a$ des Stahlstabes mittelst Mikroskop $IV_b$" nicht gefordert wird.

Die Stange II ist nämlich eine der beiden langen Messstangen, und da die Endtheilungen dieser Stangen gleichzeitig abgelesen wurden, (Zink und Stahl), so braucht keineswegs auf eine Ausdehnung dieser Stange während eines freien Zeitintervalles Rücksicht genommen zu werden.

Auf S. 126 gibt Ref. die in der $2^e$ Abth. S. 21 vermeldeten Differenzen der ersten und zweiten Messung der einzelnen Abtheilungen der Basis, und dabei die Summe der Differenzen vom Beginne an. Die erste Differenz ist negativ, und zufälligerweise bleiben alle auf diese Art erhaltenen Summen auch negativ. Fängt man aber, statt van der ersten, von der zweiten Abtheilung an zu zählen, so erhält man durch fortgesetzte Addition der Unterschiede fünf Abwechslungen der Vorzeichens, so dass grosse Strecken anzugeben sind, welche von den beiden Messungen genau gleich lang gegeben wurden, nämlich 765, 810, 2474, 2661 und 5358 Meter.

Was nun die Ursache der Differenzen der beiden Messungen betrifft, so hat Herr Prof. Helmert vollkommen Recht, wenn er (S. 127, Z. 14) schliesst, dass sie viel zu gross sind, um sie für ein

Product der Ablesungsfehler zu halten. Dasselbe ist aber auch der Fall bei den Differenzen, welche die verschiedenen Vergleichungen der Messstangen mit dem Normalmeter, und dieses mit dem Glasmeter geliefert haben, S. 128 und 129.

Bei der Basismessung kann allerdings ein Rutschen der Böcke der kurzen Messstangen, oder lieber, was dasselbe ist, der Mikroskopträger wohl etwas erklären, da dieselben bei jedem Dekameter während einiger Minuten frei stehen, und man bei der Messung voraussetzt, dass der Stand des Mikroskopträgers in diesem Zeitintervalle unverrückt geblieben sei.

Es ist aber auch möglich dass bei der Basismessung. — [bei den Vergleichungen der Messtangen mit dem Normalmeter und des Normalmeters mit dem Glasmeter halte ich es für sicher] —, die von General Comstock bewiesene Eigenschaft des Zinks störend eingetreten ist, nämlich dass dasselbe sich nach der Erwärmung nicht mehr zu seiner ursprünglichen, für eine bestimmte Temperatur geltenden, Länge zusammenzieht, und ebenso sich nach der Erkaltung, nicht mehr zu seiner ursprünglichen Länge ausdehnt. (Annual Report upon the Surveys of Northern and Northwestern Lakes, in charge of C. B. Comstock, etc., being Appendix TT of the Annual Report of the Chief of Engineers for 1881.)

Dass ich zu Batavia, Angesichts der vielen erhaltenen Anomalien, nicht selbst dazu gekommen bin, die einfachen Versuche zu machen, durch welche General Comstock sich ein bleibendes Verdienst in dieser Materie erworben hat, ist wohl daran zuzuschreiben, dass es mir an der Gelegenheit mangelte, ein Zimmer mit constanter Temperatur einzurichten.

So lange man nicht Sorge tragen kann, was wohl immer mit grossen Schwierigkeiten verknüpft sein wird, dass die ganze Basismessung entweder bei constanter Temperatur oder, zur Ausgleichung aller periodischen Ungleichheiten, Tag und Nacht hindurch, stattfindet, wird es, um die äusserste Genauigkeit zu erreichen, erforderlich sein, das Verhalten der für die Stangen benutzten Metalle bei abwechselndem Steigen und Fallen der Temperatur, genau zu studiren. Es folgt aus den Versuchen von General Comstock, dass das Zink die oben genannte Eigenschaft in hohem Maasse besitzt. Wie aber die Verkürzung (resp. Verlängerung) des Zinks vom Temperaturunterschiede, dem die Stange ausgesetzt war, und von der Geschwindigkeit der nachherigen Erwärmung (resp. Abkühlung) abhängt, ist, soweit mir bekannt, auch jetzt noch nicht ermittelt.

Die Stahlstangen verhielten sich regelmässiger als die Zinkstangen, doch scheinen auch sie nicht ganz frei von jener Trägheit hinsichtlich ihrer Ausdehnung und Zusammenziehung zu sein.

Eine der ersten Fragen, welche meines Erachtens der Untersuchung werth sind, ist, ob Kupfer und Messing sich regelmässiger verhalten als Zink, dann wäre für die Basis-Messapparate letzteres Metall besser durch eines jeder beiden zu ersetzen.

Herr Helmert ist geneigt die sonderbaren Unterschiede, zwischen den Metallthermometern zweier neben einander liegender Stangen, noch Temperaturdifferenzen zuzuschreiben. Es ist nicht zu läugnen, dass er hierin sehr oft Recht haben kann, denn eine Differenz von 6 Mikrons, wie z. B. am 27 September 1872 zwischen den Resultaten für die Differenz III — N zu 20ᵘ 15ᵐ und 4ᵘ 8ᵐ gefunden wurde, und wo die Steigung der Temperatur betrug:

| im Zimmer | im Kasten | bei Stange III | beim Normal |
|---|---|---|---|
| 2°,14* | 2°,72 | 54,50 | 54,51. |
| | | d. h. bei beiden etwa 2°, | |

würde eine Temperaturdifferenz von 0°,6 erfordern, während die beiden Z—S, d. h. Metallthermometer, dieselbe Wärmezunahme angeben. In diesen und ähnlichen Fällen sind wir, wie ich

* Im Zimmer war das Temperatur-Maximum bereits um 2ᵘ eingetreten, im Kasten erst um 3ᵘ; die Z—S zeigen an, dass es bei der Stange III etwa um 3ᵘ, beim Normal um 6ᵘ stattfand. Die Temperatur im Kasten um 2ᵘ 12ᵐ, (26,15) ist offenbar ein Druckfehler für 28,15.

glaube, wohl gezwungen, unregelmässige und mitunter so zu sagen sprungweise Ausdehnungen und Zusammenziehungen der Metalle anzunehmen.

Die grosse Differenz von 70 Mikrons, von der in der 1e Abtheilung, S. 4 die Rede ist, und welche auch Prof. Helmert erwähnt, hat ihre Erklärung darin gefunden, dass Prof. Stamkart ein Versehen van 7° in seiner Publication vom Jahre 1868 gemacht hat. P (1e Abth. S. 3) bedeutet nämlich nicht das Platinmeter bei 7° C., sondern bei 14° C. Da nun die Ausdehnung des Platinmeters zu 9,57 angegeben wird, so beträgt somit die anzubringende Correction 67 Mikrons, und diese bringt die drei von Stamkart herrührenden Resultate in ziemlich gute, wenigstens in viel nähere Uebereinstimmung. Es wird dann nämlich, (siehe 1e Abth. S. 4):

| | |
|---|---|
| direct. . . . . . . . . . . | $N_o = P_o + 174,4$. |
| indirect, durch das Glasmeter n° 4 . . . . . | $N_o = P_o + 178,6$. |
| « « « eiserne Meter von Van Swinden * | $N_o = P_o + 180,6$. |

Ich kann diesen Zahlen aber kein grosses Gewicht beilegen; die Längen des Glasmeters N° 4 und des von Stamkart genannten Meters von Van Swinden waren durch Vergleichung mit dem Platinmeter P gefunden, dessen Ausdehnungscoefficient einstweilen sehr unsicher ist. Die indirect erhaltenen Resultate müssen also den direct gefundenen nachstehen, und dieses hängt, anderer Unsicherheitsquellen garnicht zu gedenken, von der 7° C. entsprechenden Ausdehnung des Platinmeters ab.

Was endlich die Unregelmässigkeiten der Vergleichungen anbetrifft, so muss ich gegen den von Prof. Helmert gezogenen Schluss: «Man wird hiermit immer wieder auf Fehler der mikroskopischen Einstellung und Ablesung hingewiesen», auf das Bestimmteste protestiren. Nimmt man die äusserste Sorgfalt, welche auf die richtige Stellung den Mikroskope, sowohl in Bezug auf Vertikalität als Focirung angewandt wurde, in Betracht, ferner die Schärfe und Vergrösserung der Mikroskope, die ausgezeichnete Beleuchtung, u. s. w., so kann kein Zweifel obwalten, das wirklich objective, reell bestehende Unterschiede im Spiele sind, welche meiner Ansicht nach, wie oben erwähnt, erklärt werden müssen. Die in dieser dritten Abtheilung mitgetheilten Messungen werden, wie ich glaube, diese Ansicht bestätigen.



* Richtiger: das (von Van Swinden aus Paris mitgebrachte) Meter der Batavischen Republik. Die fremden Commissäre bekamen jeder ein Meter und ein Kilogramm als Geschenk; das von Van Swinden erhaltene Meter und Kilogramm wurden aus seinem Nachlasse, für das Utrechter Physikalische Cabinet, durch Prof. Moll angekauft.

# Die Triangulation von Java. Dritte Abtheilung. Ergänzungen zu den beiden ersten Abtheilungen. Das Basisnetz von Simplak (West-Java). Die Basismessung bei Logantong (Mittel-Java, Residentschaft Samarang) und bei Tangsil (Ost-Java, Residentschaft Bezoeki), sowie die beiden dazu gehörenden Basisnetze.

## ERGÄNZUNG ZUR ERSTEN ABTHEILUNG.

### § 1. Verbindung untereinander der in Holland und zu Batavia angestellten Vergleichungen der Messstangen mit dem Normalmeter.

Wie aus der ersten Abtheilung dieses Berichtes erhellt, hatte ich in Batavia, wegen der dort herrschenden gleichmässigen Temperatur, die relativen Ausdehnungsverhältnisse der Messstangen durch künstliche Erwärmung bestimmen müssen. Immerhin hat diese Methode ihre grossen Nachtheile, weil man keine Sicherheit hat, dass die Zink- und die Stahlstange, aus denen jede Messstange besteht, bei den Vergleichungen dieselbe Temperatur besitzen. Nach meiner Rückkehr in Holland hatte ich Gelegenheit die Resultate der Vergleichungen mit hineinzuziehen, welche, vor und nach der Basismessung im Haarlemmermeerpolder, von dem verstorbenen Professor Stamkart in Amsterdam angestellt waren; wenigstens war dies mit den Messstangen I, III und IV der Fall. Die Messstange II war im Haarlemmermeerpolder auf den Boden gefallen, wobei die eine der beiden gläsernen Endtheilungen zerbrach, und durch eine neue, von Herrn Olland in Utrecht angefertigte ersetzt werden musste, in Folge dessen die Länge der Stange sich änderte. Später ist dieselbe in Amsterdam nicht mehr mit dem Normalmeter verglichen worden; früher aber sowohl bei Sommer- als bei Wintertemperatur, so dass für das relative Ausdehnungsverhältniss Q immer ein brauchbarer Werth abzuleiten möglich war, während aus den Indischen Beobachtungen allein die Länge der Stahlstange $II_0$ bei der Normaltemperatur erschlossen werden musste.

Ich werde nun die Ergebnisse der einzelnen Reihen der Vergleichungen und die Bestimmung der Unbekannten mittheilen.

Messstange I.

| Ort | Zeit | | |
|---|---|---|---|
| Amsterdam | Februar | 1868, | $I_0 - 4\,N_0 = -\,247{,}2 + 299{,}2\,P - 422{,}2\,T$, |
| « | Juni | « | $= -\,274{,}0 - 325{,}1\,P + 256{,}6\,T$, |
| « | October | « | $= -\,267{,}1 + 254{,}8\,P - 552{,}5\,T$, |
| « | Juni | 1869, | $= -\,265{,}5 - 22{,}5\,P - 69{,}9\,T$, |
| « | October | « | $= -\,258{,}1 - 9{,}9\,P - 90{,}5\,T$, |
| « | Januar | 1870, | $= -\,265{,}6 + 842{,}4\,P - 964{,}0\,T$, |
| Batavia | September | 1872, | $= -\,261{,}6 - 904{,}9\,P + 797{,}2\,T$, |
| « | Januar | 1874, | $= -\,262{,}5 - 774{,}45\,P + 675{,}2\,T$. |

Die beiden letzten Zeilen sind der ersten Abtheilung dieses Berichts, S. 70 und 71 entlehnt.

Obwohl, wie wir später sehen werden, P und T sich zweifelsohne mit der Temperatur etwas ändern, so sind wir nicht in der Lage auf diese Variabilität gehörig Rücksicht zu nehmen, und demnach genöthigt, dieselben ebenso wie bei den anderen Messstangen Q, R und S, als constant zu betrachten.

Nimmt man das arithmetische Mittel dieser Gleichungen, so erhält man

$$I_o - 4\,N_o = -262{,}2 - 82{,}5\,P - 21{,}5\,T, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Zieht man diese von allen einzelnen Gleichungen ab, so hat man

| | $\frac{1}{50}$ Coeff von P. |
|---|---|
| $0 = +15{,}0 + 581{,}5\,P - 400{,}7\,T.$ | + 8 |
| $0 = -11{,}8 - 240{,}7\,P + 258{,}1\,T,$ | — 5 |
| $0 = -4{,}9 + 317{,}1\,P - 341{,}0\,T,$ | + 6 |
| $0 = -1{,}5 + 60{,}0\,P - 48{,}4\,T,$ | + 1 |
| $0 = +4{,}1 + 72{,}4\,P - 68{,}8\,T,$ | + 1 |
| $0 = -1{,}4 + 924{,}7\,P - 924{,}5\,T,$ | + 18 |
| $0 = +0{,}6 - 822{,}6\,P + 818{,}7\,T,$ | — 16 |
| $0 = -0{,}4 - 692{,}2\,P + 694{,}7\,T,$ | — 14 |

Wegen der ungefähren Gleichheit der Coefficienten von P und T müssen wir darauf verzichten diese beiden Unbekannten von einander zu trennen. Man kann aber die Gleichungen durch die Methode der kleinsten Quadrate in Bezug auf P lösen, und erhält so den Werth von P in einer Function von T. Statt der Coefficienten von P wenden wir der Kürze halber die Multiplicatoren an, welche oben an die rechte Seite gesetzt sind, und finden so:

$$P = 1{,}0105\,T - 0{,}00254, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

und durch Substitution in die Gleichung (1):

$$I_o - 4\,N_o = -262{,}4 - 104{,}6\,T.$$

---

### Messstange II.

| Ort. | Zeit. | |
|---|---|---|
| Amsterdam | Oct.—Dec. 1867, | $II_o - 4\,N_o = -6{,}4 + 409{,}7\,Q - 518{,}5\,T,$ |
| « | Mai—Juni 1868, | $= +4{,}6 - 463{,}2\,Q + 389{,}5\,T.$ |

Der Unterschied dieser beiden Gleichungen ist:

$$0 = 11{,}0 - 872{,}9\,Q + 907{,}6\,T.$$

woraus folgt

$$Q = 1{,}0397\,T + 0{,}01260.$$

Nach dem oben gesagten ist der Werth von $II_o$, welcher aus den beiden hier angeführten Gleichungen $II_o - 4\,N_o$ folgen würde, für uns von keiner Bedeutung. Für die Bestimmung dieser Grösse müssen wir ausschliesslich das Resultat der in Batavia ausgeführten Vergleichungen benutzen. Dieses ist, (I[e] Abth. S. 72 und 73, mit Rücksicht auf die Correction + 6[µ],1, S 85):

$$II_o - 4\,N_o = -81{,}6 + 749{,}2\,T - 1249{,}0\,Q.$$

Substituiren wir hierin den soeben gefundenen Werth von Q, so haben wir

$$II_o - 4\,N_o = -97{,}5 - 549{,}5\,T.$$

---

### Messstange III.

| Ort. | Zeit. | | |
|---|---|---|---|
| Amsterdam | Februar | 1868, | $III - N_o = + 46,4 + 105,0\,R - 55,0\,T$, |
| « | Juni | « | $= + 38,0 + 0,8\,R + 79,4\,T$, |
| « | October | « | $= + 55,5 + 185,5\,R - 101,6\,T$, |
| « | Juni | 1869, | $= + 56,5 + 124,1\,R - 49,9\,T$, |
| « | October | « | $= + 44,0 + 104,7\,R - 6,2\,T$, |
| « | Januar | 1870, | $= + 55,0 + 294,2\,R - 226,5\,T$, |
| Batavia | September | 1872, | $= + 48,7 - 108,4\,R + 195,2\,T$, |
| « | Februar | 1874, | $= + 55,1 - 70,1\,R + 162,5\,T$. |

Die beiden letzten Zeilen sind der 1[te] Abtheilung, S. 75 entlehnt.
Das arithmetische Mittel dieser Gleichungen ist:

$$III_o - N_o = + 49,6 + 79,2\,R + 2,2\,T,$$

Und der Unterschied mit den einzelnen Gleichungen:

| | $\frac{1}{25}$ Coeff van R. |
|---|---|
| $0 = - 5,2 + 25,8\,R - 57,2\,T$, | + 1 |
| $0 = - 11,6 - 78,4\,R + 77,5\,T$, | − 3 |
| $0 = + 5,7 + 104,1\,R - 103,8\,T$, | + 4 |
| $0 = + 6,7 + 44,9\,R - 52,1\,T$, | + 2 |
| $0 = - 5,6 + 25,5\,R - 8,4\,T$, | + 1 |
| $0 = + 5,4 + 215,0\,R - 228,7\,T$, | + 9 |
| $0 = - 0,9 - 187,6\,R + 193,0\,T$, | − $7\frac{1}{2}$ |
| $0 = + 5,5 - 149,5\,R + 160,1\,T$. | − 10 |

Nach Multiplication mit den an der rechten Seite gestellten Proportionalzahlen, Addirung der resultirenden Gleichungen und Theilung durch den Coefficienten von R hat man

$$R = 1,0490\,T - 0,00970,$$

und damit

$$III_o - N_o = + 48,8 + 85,5\,T.$$

---

### Messstange IV.

| Ort. | Zeit. | | |
|---|---|---|---|
| Amsterdam | Februar | 1868, | $IV_o - N_o = - 7,0 + 47,2\,S - 70,2\,T$, |
| « | Juni | « | $= - 5,2 - 71,0\,S + 79,9\,T$, |
| « | October | « | $= + 5,2 + 104,5\,S - 124,8\,T$, |
| « | Juni | 1869, | $= + 1,1 + 50,2\,S - 45,9\,T$, |
| « | October | « | $= - 5,5 + 15,0\,S - 18,6\,T$, |
| « | Januar | 1870, | $= + 1,9 + 186,2\,S - 221,9\,T$, |
| Batavia | September | 1872, | $= + 1,2 - 171,5\,S + 182,8\,T$, |
| « | Februar | 1874, | $= - 1,75 - 154,55\,S + 157,55\,T$. |

Das arithmetische Mittel dieser Gleichungen ist:

$$IV_o - N_o = 0,8 - 2,0\,S - 7,4\,T.$$

Die Unterschiede mit den einzelnen Gleichungen sind:

| | $\frac{1}{25}$ Coëff. von S. |
|---|---|
| $0 = -6{,}2 + 49{,}2\,S - 62{,}8\,T$, | $+2$ |
| $0 = -2{,}4 - 69{,}0\,S + 87{,}5\,T$, | $-5$ |
| $0 = +6{,}0 + 106{,}5\,S - 117{,}4\,T$, | $+4$ |
| $0 = +1{,}9 + 52{,}2\,S - 56{,}5\,T$, | $+1$ |
| $0 = -2{,}7 + 15{,}0\,S - 11{,}2\,T$, | $+1$ |
| $0 = +2{,}7 + 188{,}2\,S - 214{,}5\,T$, | $+8$ |
| $0 = +2{,}0 - 169{,}5\,S + 190{,}2\,T$, | $-7$ |
| $0 = -0{,}95 - 152{,}55\,S + 164{,}75\,T$. | $-6$ |

Nachdem diese Gleichungen mit den nebenstehenden Zahlen multiplicirt, die kommenden addirt, und durch den Coefficient von S dividirt sind, bekommt man:

$$S = 1{,}4268\,T - 0{,}00714,$$

und endlich

$$IV_\circ - N_\circ = -0{,}8 - 9{,}7\,T.$$

RECAPITULATION.

$$I_\circ = 4\,N_\circ - 262{,}4 - 104{,}6\,T, \quad P = 1{,}0105\,T - 0{,}00254,$$
$$II_\circ = 4\,N_\circ - 97{,}5 - 549{,}5\,T, \quad Q = 1{,}0597\,T + 0{,}01260,$$
$$III_\circ = N_\circ + 48{,}8 + 85{,}5\,T, \quad R = 1{,}0490\,T - 0{,}00970,$$
$$IV_\circ = N_\circ - 0{,}8 - 9{,}7\,T. \quad S = 1{,}4268\,T - 0{,}00714.$$

Also die Summe:

$$S_\circ = 10\,N_\circ - 511{,}7 - 578{,}5\,T.$$

## § 2. Vergleichung der Länge des Platin-Iridium-Meters N°. 27 mit dem Mètre des Archives.

In der zweiten Abtheilung des Berichtes über die Triangulation von Java wurde S. 55 die Bemerkung gemacht „die definitive Länge der Basis in International-Metern werde erst dann festgesetzt werden können, wenn die Niederländische Regierung von der Französischen die beiden neuen nach der Meter-Conferenz von 1872 aus Platin-Iridium verfertigten Meter empfangen haben und das Verhältniss dieser mit dem für die Zukunft anzunehmenden internationalen Meter bekannt sein wird. Eine dieser Copien sei für Ost-Indien bestimmt, und damit werde das Normalmeter verglichen werden müssen, von dessen Länge die Längen der drei für die Triangulation von Java gemessenen Basen abhängen."

Die beiden den Niederlanden von der Section Française der Internationalen Meter-Commission in ihrer Sitzung vom 29 März 1876 zuertheilten Platin-Iridium-Meter in X Form tragen die Num-

mern 19 und 27; erstgenanntes ist bestimmt der Etalon des Niederländischen Maasssystems zu werden, letzteres war für Ost-Indien bestimmt.

Der Durchschnitt der internationalen Meter wurde nach einem Vorschlage des verstorbenen Herrn H. Tresca so gewählt, wie nebenstehende Figur 1 zeigt. Hierdurch wurde zunächst beabsichtigt, mit derselben Quantität Metall eine sehr hohe Widerstandsfähigkeit zu erhalten, und in der That zeigte ein am 12 September 1876 angestellter Versuch, dass wenn das Meter horizontal auf zwei steinernen Stützpunkten ruhte, deren Entfernung 90 Centimeter betrug, eine Beschwerung von 10 Kilogramm in der Mitte nur eine Durchbiegung von 1,56 Millimeter verursachte, welche nach Entfernung der Last sogleich wieder verschwand.

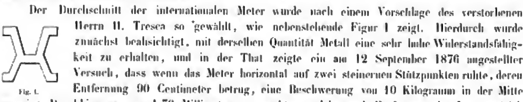


Fig. 1.

Sodann befindet sich die obere Fläche des Querbalkens genau auf der Höhe der neutralen Faser, welche bekanntlich bei einer Unterstützung weder Verlängerung, noch Verkürzung erleidet.

Die Meter hatten eine Länge von 102 Centimeter, waren also Strichmaasse; die Striche waren auf der genannten oberen Fläche des Querbalkens gezogen. An jedem Ende waren in einer Entfernung von 20 Mikrons, auf der Länge des Maassstabes senkrecht, drei Striche gezogen, deren der mittlere der Endstrich war. Durch zwei Querstriche wurde der Ort angegeben, wo die Ablesung stattfinden musste, (siehe Fig. 3, auf der folgenden Seite.)

Die beiden Meter N° 19 und N° 27, sowie ein drittes, n° 25 der Section Française, wurden von der laut Cabinetsordre ernannten Commission, bestehend aus den Herren F. J. Stamkart, J. Bosscha und mir, in Paris im October 1879 wiederholte Male auf dem «Comparateur transversal" mit dem Mètre des Archives, und auf dem «Comparateur longitudinal" unter einander verglichen, und zwar zunächst bei der Lufttemperatur. Später wurden N° 19 und N° 25 noch in der künstlich bis nahe dem Nullpunkte abgekühlten Comparations-Stube mit dem Mètre des Archives verglichen, und schliesslich wurde im folgenden Jahre die gegenseitige Vergleichung am Comparateur transversal wiederholt. Sämmtliche Vergleichungen sind in allen Details in dem Berichte publicirt, welchen das Mitglied der Commission Prof. J. Bosscha, in den Annales de l'Ecole Polytechnique de Delft, Tome 1, 2e Livraison, und Tome II, 2e und 3e Livraison veröffentlicht hat. Der Kürze halber muss ich, in Bezug auf diese Vergleichungen und die Feststellung des daraus gefolgerten Verhältnisses des Meters n° 27 zum Archivmeter, den Leser auf diesen Bericht verweisen.

Will man die Länge eines Maassstabes bei jeder Temperatur kennen, so muss man auch mit seiner Ausdehnung bekannt sein. Zwischen den beiden aus einem Stabe Platin-Iridium gezogenen Metern n° 26 und 27 wurde ein Stück von etwa ein Centimeter Länge herausgenommen, ein sogenannter Zeuge, Témoin, und dessen Ausdehnung hatte Herr Fizeau die Bereitwilligheit mit dem von ihm erfundenen Apparat zu bestimmen, wie er es auch für einen Témoin des anderen für die Niederlande bestimmten Meter, N° 19 that. Indem wir das Resultat mit demjenigen der Vergleichungen auf dem Comparateur vereinigten, wurde, (siehe a. a. O. § 102,) die folgende Formel für die Länge des Meters N° 27 abgeleitet, wo t die Temperatur nach Celsius bedeutet:

$$N^\circ\ 27 = 1^m,000\ 006\ 11\ \{ 1 + 0,000\ 008\ 452\ 7\ t + 0,000\ 000\ 004\ 01\ t^2 \}$$

Obwohl diese Gleichung das Verhältniss zwischen dem N° 27 und dem Archivmeter wiedergibt, so soll dieselbe auch für das Verhältniss mit dem internationalen Meter dienen können, indem das Meter **𝔐**, welches als Internationales Meter angenommen worden ist, zwar materiell ein anderes Meter als das Archivmeter ist, seine Correction zur Einheit der Längenmaasse aber so angenommen wurde, dass diese Einheit der Länge des Archivmeters gleich geblieben sein soll. (Rapport sur la construction, les comparaisons et les autres opérations ayant servi a déterminer les équations des nouveaux prototypes métriques; présenté par le Comité international des Poids et Mesures; rédigé par le Dr. J. René Benoit, Directeur du Bureau international des Poids et Mesures. Paris, Gauthier-Villars, 1889, p. 65.)

In Bezug auf diese Behauptung wird man jedoch erst dann völlige Sicherheit erhalten, wenn die zur Vergleichung des Archivmeters mit dem Uebergangsmeter I. angestellten Fundamental-Beobachtungen in allen Einzelheiten publicirt worden sind.

## § 3. Vergleichung des Normalmeters von Repsold mit dem Platin-Iridium-Meter N° 27.

Bereits seit längerer Zeit war ich ins Vaterland zurückgekehrt, als ich seitens des Ministeriums der Kolonien den Auftrag erhielt, die endgültigen Berechnung des Triangulationsnetzes von Java unter meiner Leitung ausführen zu lassen. Ich beantragte demzufolge, das Meter N° 27 nicht nach Batavia zu senden, sondern Comparator und Normalmeter herüberkommen zu lassen. Dieser Antrag erhielt die Genehmigung und beide langten mit dem ganzen Basis-Apparat im Jahre 1882 in Utrecht an. Der Comparator wurde im Meridiansaale der Sternwarte in der Richtung des Meridians auf isolirten Steinpfeilern aufgestellt. Für das Platin-Iridium-Meter diente eine eigene Unterlage (Support), welche nach dem Vorbilde derjenigen, welche in Paris gedient hatte, von der Firma P. J. Kipp en Zonen in Delft geliefert worden war. Zur Beleuchtung wurden Gasflammen angewandt.

Der Beobachter stand an der Westseite des Comparators. Die untereinander zu vergleichenden Meter befanden sich neben einander im Nordende des Comparators. Die Beleuchtung des Normalmeters geschah wie in Batavia, an dem einen Ende, hier dem nördlichen, durch ein kreisförmiges, mit einer Glasscheibe geschlossenes Fenster, welches sich im Kasten befand.

Da das südliche Ende des Meters zu weit (um 5 Meter) vom südlichen Ende des Kastens entfernt war, um eine ähnliche Beleuchtung zu gestatten, ward dort mittels eines Spiegels das Licht einer auf dem Comparator stehenden Gaslampe benutzt, welches durch die im Deckel des Kastens angebrachten Fensterscheiben schien.

Einige Schwierigkeit bereitete die Beleuchtung der Striche auf N° 27. Die Mikroskope hatten, wie man aus Fig. 28 (1e Abtheilung) ersehen kann, keine Illuminatoren, ich stellte mir diese auf folgende Weise dar. Die Röhren, welche die Objective umgaben, wurden herabgenommen, so dass die conischen Fassungen der Objective entblösst wurden. Auf diese wurden, siehe die Figur 2, abgestumpft-conische Kappen von Pappe aufgeklebt, welche am Unterrande einen, unter etwa 45° geneigten, das halbe Objectiv bedeckenden Illuminator von hellweisser Pappe trugen.

Fig. 2.

An der Ostseite, also dem Beobachter gegenüber, wurden nun im Kasten zwei runde, gleichfalls mit Glasscheiben geschlossene Fenster angebracht, auf gleicher Höhe der Objective der Mikroskope und ihnen gegenüber. Vor diesen Fenstern waren Gasflammen angezündet, deren Bilder durch starke Linsen auf die Illuminatoren geworfen wurden. Das Licht dieser glänzend weissen Bilder wurde von der Oberfläche des Platin-Meters zurückgeworfen, und trat durch die unbedeckte Hälfte des Objectivs in das Mikroskop. Die Kante des Illuminators war auf die Richtung der Endstriche senkrecht, die Stellung der Hälfte des Objectivs, welche das Licht durchliess, war also symmetrisch in Bezug auf den Endstrich, so dass das Bild dieses Striches, wegen der theilweisen Bedeckung des Objectivs, keine Verschiebung in der Längsrichtung des Meters erfahren konnte.

Die Figur 3 zeigt, wie die Striche im Felde der 25 Mal vergrössernden Mikroskope gesehen wurden.

Fig. 3.

Es handelte sich nun darum, die Werthe von $N_0$ und T zu bestimmen, was durch die Vergleichungen des Normalmeters mit dem Platin-Iridium-Meter N° 27 geschehen sollte.

Bei der Berechnung solcher Vergleichungen that sich eine Schwierigkeit vor.

Die oben mitgetheilte Formel, durch welche die Ausdehnung des Platin-Meters ausgedrückt wurde, enthielt auch das von $t^2$ abhängige Glied, es war also angezeigt auch für das Stahl-und das Zinkmeter, aus welchen beiden das Normalmeter zusammengesetzt war, dieses Glied zu berücksichtigen. In den letzten Jahrgängen des Annuaire du Bureau des Longitudes findet man (siehe z. B. 1890, S. 551) die Ausdehnungscoefficienten der Metalle und verschiedener anderer fester Körper, von Herrn Fizeau mit seinem berühmten Apparat bestimmt, bei einander. Es werden da für jede Materie in drei Columnen angegeben:

1° der Ausdehnungscoefficient für 40°, $\left(\alpha_{\theta} = 40°\right)$,

2° die Variation des Coefficienten für 1°. $\left(\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}\right)$, in Einheiten der $8^{ten}$ Decimalstelle,

3° die Verlängerung der Länge-Einheit, berechnet von 0° bis 100° (also $100\left(\alpha_{\theta} = 40 + 10\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}\right)$

Die dritte Columne kann also aus den beiden ersten abgeleitet werden.

Das Normalmeter bestand aus einer Stahl- und einer Zinkstange. Der Stahl war, wie aller Stahl an den Repsold'schen Instrumenten, aus der Krupp'schen Fabrik, und zwar Gussstahl. Für Eisen und Stahl findet man im Annuaire die folgenden Zahlen:

| | $\alpha_{\theta} = 40$ | $\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}$ |
|---|---|---|
| Fer doux, des arts | 0,000 012 10 | 1,85* |
| Fer réduit par l'hydrogène et comprimé | 0,000 011 88 | 2,05 |
| Fer météorique (de Caille) | 0,000 010 95 | 1,75* |
| Acier fondu français { trempé | 0,000 013 22 | 3,99 |
| Acier fondu français { recuit | 0,000 011 01 | 1,24* |
| Acier fondu Anglais, recuit | 0,000 010 95 | 1,52* |
| Fonte de fer (grise) | 0,000 010 61 | 1,37 |

Die Sternchen bezeichnen eine hohe Genauigkeit der Bestimmung. Für Zink findet man (S. 552):

Zinc distillé (poudre comprimée) ...................... 0,000 02918 —1,27

Auf ähnliche Art ausgedrückt, würden für das Meter N° 27 die Zahlen sein:

0,000 008 59,51 + 0,401.

Die aus dem Annuaire entlehnten Zahlen geben zu zwei Bemerkungen Anlass. Zunächst fällt für Eisen und Stahl die grosse Verschiedenheit, nicht nur von $\alpha$, sondern auch von $\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}$ auf. Selbst wenn wir den gehärteten französischen Stahl ausschliessen, dessen $\alpha$ auch die Ausdehnung unseres Stahlmeters weit übertrifft, so variirt bei den anderen Sorten Eisen und Stahl die $\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}$ noch von 1,24 bis 2,05; bei Stahl allein von 1,24 bis 1,52. In Betreff des Zinks war es auffallend, dass nur von comprimirtem Zinkpulver die Ausdehnung mitgetheilt wurde. Ich wandte mich also brieflich an Herrn Fizeau selbst mit den folgenden Fragen:

1° ob er keine Bestimmung für gegossenes Zink gemacht habe; 2° ob, bei Mangel an einer solchen Bestimmung, es erlaubt sei für gegossenes Zink die für zusammengedrücktes Pulver gefundenen Zahlen zu benutzen, indem ich weiter meine Absicht äusserte, von beiden Stangen, aus welchen das Normalmeter bestand, durch Vergleichung bei niedriger, mittlerer und hoher Temperatur die Ausdehnung und die Aenderung der Ausdehnung in Bezug auf die Temperatur zu bestimmen. Die mir auf das Bereitwilligste gegebene Antwort des Herrn Fizeau, vom 3 Februar 1885, lautete:

«Sur le premier point je vous dirai que j'ai fait beaucoup d'essais sur le zinc fondu, soit en lingot, soit en plaque, soit en barre, refroidi tantôt lentement, tantôt brusquement, à l'état naturel ou martelé et forgé, et toujours sans succès, c. à. d. sans résultats nets et constants; ce qui doit être attribué évidemment à la cristallisation de ce métal pendant le passage de l'état liquide à

l'état solide, les cristaux de zinc n'appartenant pas au système régulier ou à égale dilatation en tous sens, mais au système rhomboédrique *, lequel présente des dilatations inégales dans les diverses directions autour de l'axe principal; cette inégalité parait être très grande pour le zinc, d'où il résulte que l'allongement d'une régle de zinc fondu ne peut pas être exactement assignée à l'avance, mais dépend de l'orientation accidentelle des axes des cristaux formés pendant la solidification et varie d'une régle à l'autre. Telle est la raison qui m'a fait renoncer à déterminer la dilatation du zinc fondu, (n'ayant pas pu d'ailleurs me procurer un cristal isolé suffisamment net,) et à recourir à l'emploi de limaille fine comprimée à la presse hydraulique et transformée ainsi en un métal compact et homogène. On voit que la dilatation déterminée dans ces circonstances doit être la dilatation moyenne des cristaux. La valeur doit être constante et caractéristique du métal, mais elle ne s'applique pas à des régles obtenues par fusion dont l'allongement est subordonnée à l'arrangement accidentel des cristaux à l'intérieur du métal.

La réponse sur le 2[me] point résulte immédiatement de ce qui précède. Il est clair que, même comme approximation, il ne convient pas d'employer, pour le zinc fondu, les nombres trouvés pour le zinc en poudre comprimée. Je pense que vous trouverez la véritable solution de la difficulté qui nous occupe, en faisant, comme vous proposez de le faire, des comparaisons à diverses températures entre les régles dont il s'agit et le métre en X N° 27 que vous possédez et dont j'ai déterminé la dilatation avec tous les soins convenables et dans de bonnes conditions; j'ajouterai que les variations de la température ambiante de l'hiver et l'été me paraissent tout-a-fait convenables et suffisantes pour le but qu'il s'agit d'atteindre". . . .

Ich ging also, wie dies meine Absicht gewesen war, fort, die Ausdehnungen der beiden Stangen besonders zu bestimmen.

Die Vergleichungen wurden vom 20 Februar bis zum 8 Juli 1885 an 52 verschiedenen Tagen angestellt, an jedem Tage drei Mal, mit Intervallen von 8 Stunden, zu 20[h], 4[h] und 12[h] mitt. Zeit, wiewohl die Folge dieser Beobachtungszeiten nicht immer dieselbe war. Durch diese dreimalige Beobachtung wurde beabsichtigt den Einfluss des täglichen Temperaturwechsels zu eliminiren. Je 4 Tage bildeten eine Reihe, und zwischen jeder Reihe und der folgenden, wurden Normal und N°. 27 umgewechselt.

Auf jedem der beiden zu vergleichenden Meter lag eines der beiden in Zehntelgraden getheilten Thermometer Baudin 4896 und 4899 **, welche zugleich mit dem Meter von der Section Française de la Commission internationale in Paris empfangen war. Diese Thermometer theilten nicht in der Umwechslung, so dass z. B. N° 27 bei der einen Reihe 4896, bei der anderen 4899 bei sich hatte; wodurch also die etwaige Differenz in den Anweisungen dieser Thermometer eliminirt wurde. Nichtsdestoweniger waren die Correctionslisten der beiden Thermometer aufs Genaueste bestimmt worden. Ihren Siedepunkt konnte ich nicht bestimmen, denn sie reichten nicht weiter als bis 50° C.; ihr Nullpunkt wurde aber am 2[ten] März 1885 in schmelzendem Eise, wovon das Wasser ablief, in horizontaler Lage bestimmt. Die Correction war für 4896 — 0°,29, für 4899 — 0°,30; überhaupt stand 4899 um 0°,01 höher als 4896; sie wurden weiter am folgenden Tage mit einem Etalon von Baudin, welcher der Sternwarte gehört und dessen Correctionen bei Siede-und Eispunkt absichtlich bestimmt wurden, wiederholte Male verglichen. Bei diesen Vergleichungen befanden sich beide Thermometer mit ihren Behältern neben einander in einer horizontal liegenden blechernen Hülse, der von Watten umgeben war. Bei der Ablesung wurden sie so weit herausgezogen, dass das Ende des Quecksilbers sichtbar wurde. Die Ablesung geschah dann mit einer Lupe. Als Resultate aller Vergleichungen wurde die Correctionen wie folgt angenommen:

---

* Hexagonale? O.

** Im Protokoll der Uebernahme der Meter, (Bericht des Herrn Bosscha p. 163,) wurden die Nummern der Thermometer 4899 und 4900 genannt. Ich habe aber 4896 und 4899 erhalten

| | 4896 | 4899 |
|---|---|---|
| bei 0° | — 0°29 | — 0°30 |
| 5 | — 0,27 | — 0,28 |
| 10 | — 0,25 | — 0,26 |
| 15 | — 0,25 | — 0,24 |
| 20 | — 0,15 | — 0,16 |
| 22,5 | — 0,14 | — 0,15 |

Während die Thermometer im Comparator auf den Metern lagen, geschah ihre Ablesung, durch die im Deckel des Kastens befindlichen Glasscheiben, mittels des vertikal stehenden Fernrohres eines Patentkreises von Pistor und Martins, welches aber mit einer für diesen Zweck erforderlichen Verlängerung versehen wurde.

Die Resultate je zweier Reihen wurden combinirt, und auf diese Weise wurden 4 Mittel-Resultate erhalten. Anfänglich war es meine Absicht, nur 3 doppelte, also 6 einzelne Reihen zu nehmen, was für die Bestimmung von drei Unbekannten hinreichte. Bei der ersten Reihe, 20—23 Februar 1883, (Normalmeter Ost) betrug die Temperatur im Kasten im Mittel etwa 7°; alsdann sank sie aber bei der 2ten Reihe, 6—10 März, (Normalmeter West), bis unter Null, im Mittel war sie 2¼° C; und so beschloss ich die 3te Reihe, 11—16 März mit Normalmeter Ost, gleich folgen zu lassen, (Mitteltemperatur auch 2¼° C), welche ich mit der 2ten verband, während die 4e Reihe, 2—6 April, Normalmeter West, mit etwa 9°,5 C, mit der ersten vereinigt wurde.

Nun kamen im April und Mai die 5e und 6e Serie mit mittleren Temperaturen, 12¾ und 16½, aber wie zu erwarten war, stieg die Luftwärme im Juni noch hinreichend, so dass bei Sommerwärme (22 bis 23° C) zwei neue Reihen genommen werden konnten.

Die Messungen am Comparator wurden in derselben Weise notirt, wie die Vergleichungen des Glasmeters mit dem Normalmeter, 1e Abtheilung S. 60, nur geschah dies mit dem Unterschiede, dass zwar vor und nach den Ablesungen zwei Thermometer abgelesen wurden, diese aber nicht in einem Wassertroge, sondern auf den beiden zu vergleichenden Metern lagen; bei No. 27 in der Höhlung, welche die Gestalt des Meters anbot, (siehe den Holzschnitt S. 9), bei dem Normalmeter zwischen dem Zink- und dem Stahlmeter. Um das letzte Thermometer ablesen zu können, musste demnach der umhüllende eiserne Cylinder a (1e Abtheilung Fig. 27) herabgenommen wurden.

Die periodischen Ungleichheiten der Mikrometerschrauben wurden ein und für allemal *, und die Gänge der Schrauben, welche wegen der kleinen Aenderungen der Entfernung des Objectes nicht constant sein konnten, bei jeder Reihe des Oefteren auf das Genaueste bestimmt.

Die Correctionen der Resultate für Gang und periodische Ungleichheiten der Mikrometerschrauben waren, (siehe 1e Abtheilung S. 61):

---

* Bei der Bestimmung der periodischen Ungleichheit einer Schraube in einem Repsold'schen Mikrometer kann man, wenn man dazu die Distanz der Ablesefäden benutzt, entweder den Strich, mit dessen Hülfe dies geschieht, unverrückt lassen, und die kleine Schraube 𝔗 (1e Abtheilung Fig. 28), welche als Stützpunkt für die Mikrometerschraube dient, benutzen um die Fäden zu verstellen, oder diese Schraube unverrückt lassen, und den Strich verschieben. Die letztgenannte Methode ist meines Erachtens die bessere, und wurde auch befolgt. Sobald nämlich die Achse der Schraube 𝔗 der Achse der Mikrometerschraube nicht vollkommen parallel, und ihre Endfläche, gegen welche die Mikrometerschraube sich stützt, nicht vollkommen auf diese beiden Achsen senkrecht ist, so werden, wenn die Schraube 𝔗 gedreht wird, neue periodische Ungleichheiten hineingebracht, welche aber bei den gewöhnlichen Ablesungen der Mikroskope nicht vorkommen. Die kleine Schraube wurde also nicht berührt, sondern das Normalmeter jedesmal etwas verschoben. Die Schrauben zeigten sich vorzüglich, die Formeln für ihre Correction waren für

Mikroskop I: 0μ,297 Sin (121° 15′ + u) + 0μ,035 Sin (331° 4′ + 2 u).
" II: 0 ,178 Sin (321° + u) + 0 ,075 Sin (191° + 2 u).

Nachdem mittels dieser Formel Correctionstafeln berechnet waren, wurden, behufs Controlirung, die zu dieser Bestimmung angewandten Messungen des Fadenabstandes verbessert und die so erhaltenen Zahlen stimmten innerhalb kleiner Ablesefehler überein.

von Ns — A : (1) — (2) — (4) + (6) + (I—IV) g + (VI—II) g′,
von Nz — A : (1) — (2) — (3) + (5) + (I—II) g + (V—III) g′.

Ich werde nun die Ergebnisse der 96 Vergleichungen folgen lassen. Die erste Columne gibt das Datum, die 2te die Tages-Epoche, in welcher die Ziffer 1 eine Morgen-, 2 eine Nachmittag- und 3 eine Nachtbeobachtung bedeutet. Die 3te Columne enthält die Temperatur des Normalmeters; die vierte $N_s$—A, d. h. den durch die Messung gefundenen Uebermass der Stahlstange über den Mètre des Archives,* zu welchem Resultate die verbesserte Anweisung des Thermometers, welches auf N° 27 lag, und die Fizeau'sche Formel benutzt wurden. Die fünfte Columne gibt die Ueberreste $\varepsilon$, (Rech-

VERGLEICHUNGEN DES NORMALMETERS

Erste Reihe (Normalmeter Ost)

| Monat und Tag. 1883 | Tage-Zeit. | C | $N_s$—A | $\varepsilon$ R—B | $N_z$—A | $\varepsilon$ R—B |
|---|---|---|---|---|---|---|
| II 20 | 2 | 4°79 | + 13μ35 | —0μ38 | —229μ30 | —0μ48 |
| „ | 3 | 5,85 | 30,40 | —1,11 | —198,85 | +0,32 |
| „ | 1 | 6,19 | 34,00 | —1,07 | —186,82 | —1,68 |
| 21 | 2 | 6,79 | 41,42 | —2,05 | —170,35 | —0,42 |
| „ | 3 | 7,25 | 45,11 | —0,80 | —157,50 | +0,34 |
| „ | 1 | 7,42 | 44,88 | +1,25 | —153,95 | +1,82 |
| 22 | 2 | 7,93 | 51,62 | 0,00 | —137,03 | +0,01 |
| „ | 3 | 7,90 | 51,61 | —0,31 | —136,72 | —1,19 |
| „ | 1 | 6,85 | 41,07 | —1,06 | —167,10 | —1,90 |
| 23 | 2 | 7,54 | 48,32 | —0,89 | —148,14 | —0,44 |
| „ | 3 | 7,13 | 45,21 | —2,19 | —157,85 | —2,86 |
| „ | 1 | 6,24 | 33,31 | +0,16 | —186,02 | —1,00 |

Zweite Reihe (Normalmeter West)

| Monat und Tag. 1883 | Tage-Zeit. | C | $N_s$—A | $\varepsilon$ R—B | $N_z$—A | $\varepsilon$ R—B |
|---|---|---|---|---|---|---|
| III 6 | 2 | 5°23 | + 24μ08 | —1μ41 | —216μ56 | —0μ26 |
| „ | 3 | 5,19 | + 22,89 | —0,65 | —217,32 | —0,68 |
| „ | 1 | 4,26 | + 15,64 | —3,32 | —239,03 | —6,34 |
| 7 | 2 | 4,44 | + 15,77 | —1,53 | —238,16 | —1,92 |
| „ | 3 | 4,03 | + 11,01 | —1,14 | —249,93 | —2,20 |
| „ | 1 | 3,03 | 0,10 | —0,85 | —278,17 | —3,32 |
| 8 | 3 | 2,90 | — 1,82 | —0,31 | —283,38 | —1,93 |
| „ | 1 | 1,66 | — 16,07 | +0,81 | —320,13 | —1,48 |
| 9 | 2 | 2,245 | — 7,39 | —1,68 | —302,00 | —2,50 |
| 10 | 1 | —3,70 | — 73,17 | +1,76 | —480,56 | +3,14 |
| „ | 2 | —1,10 | — 46,56 | +2,27 | —406,16 | +4,08 |
| „ | 3 | —1,09 | — 45,68 | +1,50 | —402,92 | —1,13 |

Dritte Reihe (Normalmeter Ost)

| Monat und Tag. 1883 | Tage-zeit. | C | $N_s$—A | $\varepsilon$ R—B | $N_z$—A | $\varepsilon$ R—B |
|---|---|---|---|---|---|---|
| III 11 | 3 | 1°02 | — 20μ97 | —1μ04 | —337μ77 | —2μ5… |
| „ | 1 | 0,31 | — 29,86 | +0,37 | —359,16 | —1,8… |
| 12 | 2 | 0,47 | — 28,48 | +0,68 | —355,30 | —1,0… |
| 14 | 2 | 2,06 | — 10,59 | —0,44 | —311,07 | +1,1… |
| „ | 3 | 1,16 | — 19,71 | —0,83 | —334,14 | —2,0… |
| 15 | 1 | 0,24 | — 30,22 | —0,01 | —361,78 | —1,2… |
| „ | 3 | 1,19 | — 20,64 | +0,42 | —336,12 | +0,7… |
| 16 | 1 | 1,40 | — 20,15 | +2,15 | —331,05 | +1,8… |
| „ | 2 | 3,26 | + 1,52 | +0,17 | —275,95 | +1,2… |
| 30 | 2 | 4,07 | + 11,25 | —0,95 | —252,25 | +1,2… |
| „ | 1 | 5,21 | + 25,25 | —2,80 | —216,85 | —0,5… |
| 31 | 3 | 6,34 | + 34,65 | —0,11 | —186,56 | +2,5… |

Vierte Reihe (Normalmeter West)

| Monat und Tag. 1883 | Tage-zeit. | C | $N_s$—A | $\varepsilon$ R—B | $N_z$—A | $\varepsilon$ R—B |
|---|---|---|---|---|---|---|
| IV 2 | 1 | 7°48 | + 44μ89 | +1μ89 | —151μ24 | +0μ… |
| 3 | 2 | 9,02 | 61,43 | +1,95 | —108,34 | +3,6… |
| „ | 3 | 9,37 | 65,70 | +1,47 | — 95,97 | +1,7… |
| „ | 1 | 9,26 | 65,21 | +0,76 | — 97,71 | +0,1… |
| 4 | 2 | 10,32 | 76,81 | +0,64 | — 69,50 | +3,5… |
| „ | 3 | 10,31 | 74,82 | +2,53 | — 69,00 | +2,7… |
| „ | 1 | 9,08 | 60,67 | +3,36 | —104,75 | +1,8… |
| 5 | 2 | 10,40 | 76,45 | +1,87 | — 68,41 | +4,7… |
| „ | 3 | 10,88 | 84,68 | —1,15 | — 50,52 | +1,2… |
| „ | 1 | 9,77 | 68,75 | +2,74 | — 82,75 | +0,3… |
| 6 | 2 | 9,79 | 69,70 | +2,01 | — 83,94 | +2,1… |
| „ | 3 | 9,30 | + 63,53 | +2,88 | — 96,53 | +0,1… |

Summe der positiven

„ „ negativen

* Als ich diese Vergleichungen reducirte, war der Bericht von Herrn Prof. Bosscha noch nicht gedruckt, und ich nahm also für die Länge des Meters N°. 27 bei 0° C. den mir von ihm mitgetheilten Werth 1m, 000 006 32 an. Nach wiederholter Reduction

nung-Beobachtung) an, welche durch Substitution der endgültigen Werthe der Unbekannten x, y, und z in die Formel

$$\text{Länge der Stahlstange} = x + y\,t + z\,t^2$$

gefunden wurden. Die 6te Columne $N_z - A$ ist eigentlich durch Addirung von $N_s - A$ und $N_z - N_s$ gefunden, welche letzte Grösse früher berechnet war, wie bei den in der 1ten Abtheilung besprochenen Messungen geschehen musste. Die 7te Columne endlich zeigt wieder für die Zinkstange die übrigbleibenden Fehler R — B an.

## MIT DEM PLATIN-IRIDIUM-METER No. 27.

Fünfte Reihe (Normalmeter West)

| Monat und Tag. 1883 | Tagezeit. | C | $N_s-A$ | $\overset{\varepsilon}{R-B}$ | $N_z-A$ | $\overset{\varepsilon}{R-B}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 18 | 1 | 11°85 | + 93µ42 | +0µ68 | — 22µ66 | +2µ32 |
| 19 | 2 | 12,90 | 106,05 | —0,50 | + 8,00 | +3,08 |
| " | 3 | 13,12 | 107,58 | +0,38 | + 13,93 | +3,74 |
| " | 1 | 11,96 | 95,31 | —0,02 | — 15,96 | —1,09 |
| 20 | 2 | 12,71 | 102,92 | +0,55 | + 2,40 | +2,99 |
| " | 3 | 12,53 | 104,64 | —3,13 | + 1,63 | —1,63 |
| 8 | 1 | 12,53 | 100,85 | +0,66 | — 0,21 | +0,21 |
| 9 | 2 | 13,11 | 107,24 | +0,61 | + 18,34 | —0,97 |
| " | 3 | 13,33 | 110,05 | +0,20 | + 24,06 | —0,10 |
| 20 | 1 | 11,51 | 92,68 | —2,29 | — 23,58 | —6,92 |
| 22 | 2 | 13,45 | 110,30 | +1,27 | + 25,92 | +1,64 |
| " | 3 | 14,14 | + 121,84 | —2,71 | + 50,74 | —2,47 |

Siebente Reihe (Normalmeter West)

| Monat und Tag. 1883 | Tagezeit. | C | $N_s-A$ | $\overset{\varepsilon}{R-B}$ | $N_z-A$ | $\overset{\varepsilon}{R-B}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VI 28 | 1 | 18°91 | +168µ61 | +3µ23 | +192µ27 | —0µ01 |
| 29 | 2 | 20,79 | 190,05 | +2,77 | 245,28 | +4,14 |
| " | 3 | 21,56 | 201,55 | —0,10 | 271,97 | +0,92 |
| 30 | 1 | 22,03 | 204,80 | +1,92 | 286,79 | +0,44 |
| VII 1 | 2 | 23,34 | 216,73 | +4,73 | 321,72 | +5,57 |
| " | 3 | 23,08 | 218,64 | —0,11 | 318,64 | +0,69 |
| " | 1 | 21,54 | 201,27 | —0,03 | 273,10 | —0,82 |
| 2 | 2 | 23,28 | 220,15 | +0,64 | 322,94 | +2,51 |
| " | 3 | 23,30 | 219,41 | +1,60 | 325,23 | +0,84 |
| " | 1 | 21,86 | 201,36 | +3,48 | 282,68 | —0,64 |
| 3 | 2 | 23,47 | 217,42 | +5,51 | 326,75 | +4,52 |
| " | 3 | 23,83 | + 224,72 | +2,27 | + 339,87 | +2,43 |

Sechste Reihe (Normalmeter Ost)

| Monat und Tag. 1883 | Tagezeit. | C | $N_s-A$ | $\overset{\varepsilon}{R-B}$ | $N_z-A$ | $\overset{\varepsilon}{R-B}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V 27 | 1 | 13°87 | +116µ30 | —0µ13 | + 43µ18 | —3µ02 |
| 28 | 2 | 15,71 | 134,94 | +1,46 | + 94,61 | +0,90 |
| " | 3 | 16,29 | 144,38 | —1,58 | +113,12 | —0,13 |
| " | 1 | 15,31 | 131,50 | +0,49 | + 84,08 | —0,62 |
| 29 | 2 | 16,57 | 146,50 | —0,61 | +121,72 | —0,27 |
| " | 3 | 17,71 | 160,52 | —2,01 | +156,04 | —0,14 |
| " | 1 | 17,01 | 150,31 | +0,45 | +134,13 | +0,61 |
| 30 | 2 | 17,56 | 155,94 | +0,91 | +149,90 | +1,47 |
| " | 3 | 17,15 | 154,50 | —2,19 | +140,02 | —1,05 |
| " | 1 | 15,78 | 137,37 | —0,20 | + 98,92 | —1,30 |
| 31 | 2 | 17,04 | 152,38 | —1,29 | +135,61 | +0,03 |
| " | 3 | 17,05 | + 148,20 | +3,00 | +131,49 | +4,45 |

Achte Reihe (Normalmeter Ost)

| Monat und Tag. 1883 | Tagezeit. | C | $N_s-A$ | $\overset{\varepsilon}{R-B}$ | $N_z-A$ | $\overset{\varepsilon}{R-B}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VII 4 | 3 | 23°86 | +229µ83 | —2µ50 | +342µ96 | +0µ26 |
| " | 1 | 21,65 | 203,40 | —0,94 | 276,02 | —0,39 |
| 5 | 2 | 22,38 | 212,12 | —1,46 | 298,91 | —0,98 |
| " | 1 | 29,81 | 197,66 | —4,61 | 254,83 | —4,81 |
| 6 | 2 | 22,07 | 207,61 | —0,44 | 288,61 | —0,16 |
| " | 3 | 22,07 | 210,62 | —3,45 | 291,71 | —3,26 |
| " | 1 | 21,11 | 198,19 | —1,78 | 261,61 | —2 45 |
| 7 | 2 | 21,85 | 203,97 | +0,73 | 281,28 | +0,46 |
| " | 3 | 21,43 | 201,57 | —1,58 | 271,39 | —2,47 |
| " | 1 | 20,04 | 187,34 | —2,90 | 232,82 | —6,23 |
| 8 | 2 | 21,03 | 197,32 | —1,81 | 257,48 | —0,75 |
| " | 3 | 21,15 | + 201,47 | —4,62 | 264,69 | —4,31 |

| Stahl. | Zink. |
|---|---|
| + 71,18 | + 87,01 |
| — 71,07 | — 87,02 |

wurde dieser Werth aber um 0,21 Mikron kleiner gefunden, welche Correction später angebracht werden wird.

Um aus diesen Messungen die Unbekannten $x$, $y$, $z$ abzuleiten, wurden, wie bereits oben erwähnt, je zwei Reihen combinirt, wodurch vier Endgleichungen erhalten wurden. Der Coefficient des $y$ war in diesen Endgleichungen $= \frac{1}{24}[t]$; um die Sicherheit zu erhalten, dass nachher die Summe der $\varepsilon = 0$ gefunden würde, musste der Coefficient der $z$ aber $= \frac{1}{24}[t^2]$, und nicht $= \{\frac{1}{24}[t]\}^2$ angenommen werden.

Diese Endgleichungen waren:

| Reihen: | | Stahl. | Zink. |
|---|---|---|---|
| 2 und 3 | $x + 2,2427\ y + 10,62\ z =$ | $-\ 8,715$ | $-\ 505,847$ |
| 1 « 4 | $x + 8,2025\ y + 69,95\ z =$ | $+\ 54,081$ | $-\ 129,512$ |
| 5 « 6 | $x + 14,59125\ y + 217,06\ z =$ | $+\ 124,405$ | $+\ 61,895$ |
| 7 « 8 | $x + 21,935\ y + 482,59\ z =$ | $+\ 205,658$ | $+\ 284,564$ |

deren Lösung durch die Methode der kleinsten Quadrate zu folgendem Resultate führte:

$$N_s = \text{Stahlstange} = A - 32,7485 + 10,50985\ t + 0,01656\ t^2,$$
$$N_z = \text{Zinkstange} = A - 570,0664 + 29,13334\ t + 0,05183\ t^2,$$

Also

$$N_z - N_s = -537,3179 + 18,62349\ t + 0,01547\ t^2.$$

Dieser Ausdruck ist $= 0$ für $t = 17^\circ,8460$. Setzt man also $t = 17,846 + \theta$, so hat man:

$$N_s = A + 160\mu,020 + 11\mu,09576\ \theta + 0\mu,01656\ \theta^2,$$
$$N_z = A + 160\ ,020 + 30\ ,27142\ \theta + 0\ ,05183\ \theta^2,$$

Mithin:

$$N_0 = A + 160\mu,02,$$

oder, mit Rücksicht auf die in der letzten Note besprochenen Correction:

$$N_0 = A + 159\mu,81 = 1,000\,159\,81 \text{ Meter und:}$$
$$N_z - N_s = 19\mu,17766\ \theta + 0\mu,01547\ \theta^2,$$

$$T = \frac{11,09576 + 0,01655\ \theta}{19,17766 + 0,01547\ \theta} = 0,57847 + 0,0005864\ \theta.$$

Das Studium der für $\varepsilon$ erhaltenen Werthe giebt zu verschiedenen Folgerungen Anlass. Nach ihrer Grösse geordnet, folgen sie, in Betreff ihrer Zahl, zwischen bestimmten Grenzen ziemlich genau dem Exponentialgesetze. Die Quadratirung giebt nämlich;

| | Stahl. | Zink. |
|---|---|---|
| $93\ m^2 =$ | 542,71 | 547,09 |
| $m^2 =$ | 5,685 | 5,88 |
| $m =$ | $\pm\ 1\mu,92$ | $\pm\ 2\mu,425$ |
| $w =$ | $\pm\ 1\mu,295$ | $\pm\ 1\mu,64$ |

Und die Abtheilung der Fehler gab:

| | Rechnung. | Stahl. | Zink. |
|---|---|---|---|
| $0 - \frac{1}{2}\ w$ | 25 | 30 | 32 |
| $\frac{1}{2}\ w - 1\ w$ | 25 | 25 | 21 |
| $1\ w - 1\frac{1}{2}\ w$ | 18 | 15 | 15 |
| $1\frac{1}{2}\ w - 2\ w$ | 15 | 11 | 15 |
| $2\ w - 2\frac{1}{2}\ w$ | 8 | 9 | 5 |
| $2\frac{1}{2}\ w - 3\ w$ | 4 | 4 | 6 |
| $3\ w - 3\frac{1}{2}\ w$ | 2 | 0 | 1 |
| $3\frac{1}{2}\ w - 4\ w$ | 1 | 3 | 2 |
| $4\ w - 4\frac{1}{2}\ w$ | 1 | 1 | 1 |

Dennoch sind die $\varepsilon$ viel grösser, als sie nach der Genauigkeit der Einstellung und Ablesung sein sollten. Combinirt man die $\varepsilon$ je drei, so dass man Tagesmittel erhält, so sollte man, falls meine Absicht, den Einfluss der täglichen Temperaturperiode zu eliminiren, erreicht worden war, den Werth von $m^2$ bis auf weniger als ein Drittel zurückbringen. Dies war aber keineswegs der Fall.

Ich erhielt:

| | Stahl. | Zink. |
|---|---|---|
| $29\ m^2 =$ | 73,70 | 105,56 |
| $m^2 =$ | 2,54 | 3,64 |

Heraus erhellt also, dass die tägliche Periode nicht die Hauptursache der Abweichungen gewesen ist: das Nachbleiben der Metalle beim Steigen oder Fallen der mittleren Lufttemperatur, (welches also das Nachbleiben des Quecksilbers in den Thermometern übertrifft,) übte einen stärkeren Einfluss aus. In dieser Hinsicht sind also die Vergleichungen zu Utrecht unter ganz anderen Umständen angestellt, als die früheren in Batavia; dort war die tägliche Periode am fühlbarsten, hier die jährliche; wozu der Ort des Comparators im Meridiansaale der Sternwarte, wo der tägliche Temperaturwechsel ziemlich geringe ist, freilich viel beigetragen hat.

Sehen wir nun, was die Reihen geben. Wir finden:

| | Stahl. | Zink. |
|---|---|---|
| $5\ m^2 =$ | 12,94 | 12,90 |
| $m^2 =$ | 2,59 | 2,58 |

Es hat also nicht viel geholfen, dass ich jedesmal die Vergleichungen 4 Tage lang fortsetzte. Ist eine Stange einmal etwas zu lang oder zu kurz, so scheint also dieser Zustand während einiger Zeit bleibend zu sein, bis ein starker Temperaturwechsel darin Aenderung bringt.

Gehen wir noch weiter, und combiniren wir die 2ᵉ und 3ᵉ, die 1ᵉ und 4ᵉ, die 5ᵉ und 6ᵉ, sowie endlich die 7ᵉ und 8ᵉ Reihe, wo also der Einfluss der Lage der Meter eliminirt worden ist, so erhalten wir:

| | Stahl. | Zink. |
|---|---|---|
| $(4-3)\ m^2 = m^2 =$ | 0,59 | 0,53 |

Diese Gleichung ist zwar befriedigend, lässt aber wegen des zu kleinen Coefficienten von m keinerlei Schlüsse zu.

Die Lage der Meter scheint einen geringen Einfluss auf ihre Länge gehabt zu haben. Im Winter, also bei den 4 ersten Reihen, wäre dies dadurch zu erklären; dass sich an der Ostseite des Meridiansaals die Thüre des Auditoriums befand, wo fast jeden Tag geheizt wurde. * Im Sommer war solche Ursache nicht anzugeben. An der Westseite konnte die Sonne die Fenster bescheinen, diese waren aber mit Vorhängen und Läden versehen, welche letztere immer geschlossen gehalten wurden. Der Einfluss der Lage der Meter würde aus den folgenden Werthen von $\varepsilon$ bemerkbar sein:

* Allenfalls ist aber nicht zu vergessen, dass die eventuelle Wärme dieser Thür durch Strahlung die Ostseite des den Comparator einschliessenden Kasten erwärmen musste, und dass weiter doch nichts von diesem Einfluss würde bemerkt werden, wenn die Thermometer nur die richtige Temperaturen der Meter angaben.

| | Normalmeter Ost. | | | Normalmeter West. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Stahl. | Zink. | | Stahl. | Zink. |
| 1e Serie | — 0μ,70 | — 0μ,91 | 2e Serie | — 0μ,295 | — 1μ,02 |
| 3e « | — 0 ,20 | — 0 ,06 | 4e « | + 1 ,745 | + 1 ,93 |
| 6e « | — 0 ,14 | + 0 ,08 | 5e « | — 0 ,36 | + 0 ,07 |
| 8e « | — 2 ,11 | — 2 ,09 | 7e « | + 2 ,16 | + 1 ,71 |

Vergleichen wir aber die zu einänder gehörenden Reihen, so finden wir für Normalmeter West — Normalmeter Ost:

| | Stahl. | Zink. |
|---|---|---|
| 4e — 1e Serie | + 2μ,445 | + 2μ,84 |
| 2e — 3e « | — 0 ,095 | — 0 ,96 |
| 5e — 6e « | — 0 ,22 | — 0 ,01 |
| 7e — 8e « | + 4 ,27 | + 3 ,80 |

Man sieht also, dass das erste und letzte Reihenpaar für, die beiden mittleren gegen einen Einfluss der Wärme der genannten Thüre, oder für einen in anderem Sinne zeugen. Betrachtet man die Temperaturen, so gewährt man dass sie bei der siebenten Reihe steigend, bei der achten fallend war, während bei der 2ten Reihe die Temperatur fallend, bei der 3ten steigend war, das Zeichen der Differenz aber auch umgekehrt ist, die Differenz selbe aber viel kleiner.

Fügt man von allen Beobachtungen die Morgen-, Nachmittag- und Abend-Differenzen $\varepsilon$ zusammen, so hat man im Mittel die Abweichungen:

| | Stahl. | Zink. |
|---|---|---|
| Morgen | + 0μ,13 | — 1μ,06 |
| Nachmittag | + 0 ,42 | + 1 ,22 |
| Abend | — 0 ,54 | — 0 ,13 |

Es scheint also dass, wenigstens beim Zink, an das Vorhandensein einer täglichen Periode gedacht werden muss. Die dreimalige Beobachtung an jedem Tage, enthebt immermehr der Sorge hierüber.

## ERGÄNZUNG ZUR ZWEITEN ABTHEILUNG.

### § Neuberechnung der Länge der Basis bei Simplak.

Wir haben gefunden, II Abtheilung S. 30, für die zur Meeresoberfläche reducirten drei Basistheile (Einheit = 1 Meter):

$$\text{I II} = 158\,S_o + 3\,I_o + 2\,IV_o + 1{,}9227 + 0{,}1161\,P + 0{,}1800\,Q + 0{,}0120\,R + 0{,}0265\,S$$
$$\text{II III} = 100\,S_o \quad - 0{,}1602 + 0{,}0733\,P + 0{,}1153\,Q + 0{,}0080\,R + 0{,}0165\,S$$
$$\text{III IV} = 151\,S_o + I_o + IV_o - 0{,}2618 + 0{,}0965\,P + 0{,}1485\,Q + 0{,}0217\,R + 0{,}0104\,S$$

Diese drei Theile bilden die nachstehenden Winkel mit der graden Linie I IV:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| I II | 4° | 26′ | 45″,652 | $= \alpha$ |
| II III | 4 | 32 | 12 ,165 | $= \beta$ |
| III IV | 8 | 52 | 25 ,158 | $= \gamma$ |

Mit den Cosinus dieser Winkel multiplieirt, werden die drei Theile

$$\text{I II Cos}\,\alpha = 157{,}52457\,S_o - 2{,}990972\,I_o + 1{,}993982\,IV_o + 1{,}9169 + 0{,}11575\,P + 0{,}1795\,Q + 0{,}0120\,R + 0{,}0264\,S$$
$$\text{II III Cos}\,\beta = 99{,}68669\,S_o \qquad - 0{,}1597 + 0{,}07327\,P + 0{,}1129\,Q + 0{,}0080\,R + 0{,}0164\,S$$
$$\text{III IV Cos}\,\gamma = 129{,}43205\,S_o + 0{,}988031\,I_o + 0{,}988031\,IV_o - 0{,}2587 + 0{,}09535\,P + 0{,}1465\,Q + 0{,}0214\,R + 0{,}0103\,S$$

$$\text{Basis I IV} = 386{,}64331\,S_o + 3{,}979003\,I_o + 2{,}982013\,IV_o + 1{,}4985 + 0{,}28437\,P + 0{,}4389\,Q + 0{,}0414\,R + 0{,}0331\,S$$

Substituiren wir hierin die in der vorigen § gefundenen Werthen von $S_o$, $I_o$, u. s. w., so finden wir:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 386,64331 | $S_o$ | = | 3 866,4331 $N_o$ | − | 0,1205 | − | 0,2236 | T |
| + | 3,979003 | $I_o$ | = | 15,9160 $N_o$ | − | 0,0010 | − | 0,0004 | T |
| + | 2,982013 | $IV_o$ | = | 2,9820 $N_o$ | − | 0,0000 | − | 0,0000 | T |
| + | 1,4985 | | = | | + | 1,4985 | | | |
| + | 0,28437 | P | = | | − | 0,0007 | + | 0,2873 | T |
| + | 0,4389 | Q | = | | + | 0,0055 | + | 0,4364 | T |
| + | 0,0414 | R | = | | − | 0,0004 | + | 0,0434 | T |
| + | 0,0331 | S | = | | − | 0,0004 | + | 0,0398 | T |
| | Basis | I IV | = | 3 885,3511 $N_o$ | + | 1,5810 | + | 0,6229 | T. |

---

Bei der Basismessung bei Simplak war die mittlere Temperatur 28°,2 C, welche sehr nahe der mittleren Temperatur entsprach, wobei die Vergleichungen auf dem Comparator zu Batavia angestellt worden waren. Es scheint nun rationell, denjenigen Werth für T einzuführen, welcher für 28°,2 C, also für $\vartheta = 10°{,}354$ gilt, d. h. T = 0,58247.

Durch Substitution von diesem Werth und von $N_o = 1{,}000\,159\,81$ wird gefunden:

$$\text{Basis von Simplak I IV} = \left.\begin{array}{r} 3885{,}9520 \\ +\quad 1{,}3810 \\ +\quad 0{,}3628 \end{array}\right\}$$
$$= 3887{,}6958 \text{ Mètres des Archives.}$$
$$\log \text{I IV} = 3{,}589\,6922.75 \text{ (auf dreifache Art genau berechnet).}$$

Diese Länge ist um 0,0142 Meter kürzer als in der zweiten Abtheilung gefunden war.

---

## § 5. Die Verbindung der Basis bei Simplak mit der secundären Seite Poetri-Salak. (*)

Die Basis bei Simplak, welche sich unweit Buitenzorg, nach einer vorläufigen Ausgleichung in einer Höhe von 157 bis 195 Metern über den mittleren Stand des Meeres befindet, wurde, wie schon in der zweiten Abtheilung gesagt ist, auf einem hart angestampften Fahrweg gemessen. Ringsumher waren Dörfer, Gärten der Eingeborenen, ein Landhaus und überhaupt viele Bäume, wodurch es ziemlich schwierig wurde die Basis mit dem Dreiecksnetze zu verbinden. Schliesslich wurde eine ziemlich gute Verbindung mit der secundären Seite Poetri-Salak I dargestellt, und zwar mittels der Punkte Boeboet, Tjitjadas und Mentjereh.

Auf sämmtlichen Punkten wurden die zum Verbindungsnetze gehörenden Richtungen, von Herrn Ingenieur Woldringh, met dem 10 zölligen Universal-Instrument Gross P. M. II gemessen, nur auf Salak I wurden die Messungen von Herrn Assistenten J. A. Oudemans angestellt und zwar mit einem 8 zölligen Universal-Instrument, P. M. V. Durchgängig wurde auf Heliotrope visirt, welche in der Mitte der Pfeiler aufgestellt waren. Auch die Instrumente selbst waren, wie fast immer, genau mit der Vertikal-Achse über die Mittelpunkte der viereckigen, zum Einstecken der Heliotrop-Pflocke dienenden Löcher aufgestellt, sodass beide Arten Reductionen auf das Centrum der Station wegfielen.

Wir werden nun die betreffenden Messungen, sammt den Resultaten und den Gleichungen zwischen den Correctionen (1), (2) u. s. w. und den Grössen [1], [2], u. s. w. mittheilen. Die Rechnungen wurden bei dieser ersten Basisverbindung auf die Besselsche Art ausgeführt; später aber habe ich der Kürze und Einfachkeit halber, die Gewichte aller ausgeglichenen Richtungen gleich gestellt, ein Verfahren welches Gauss bereits anwandte, und von Herrn Oberst-Lieutenant (jetzt General) Schreiber vertheidigt wurde. (Zeitschrift für Vermessungswesen, 1879, S 141; Jordan, Höhere Geodäsie und Topografie des deutschen Reichs, in Jordan und Steppes, das deutsche Vermessungswesen, I Band. S. 11.)

---

Die Summen der Quadratfehler ($VV$) sind nach einer Formel berechnet, welche eine Vereinfachung der in den Rechnungsvorschriften der k. Preuss. Landestriangulation (Hauptdreiecke, I Theil, pag. 5) gegebenen bezweckt, und welche Herr Prof. Schols mir gütigst mitgetheilt hat. In der Notation der Landestriangulation würde die Formel heissen:

$$\begin{aligned}[][p\,V'^2]] = [[p\,m^2]] - \left[\frac{M^2}{p}\right] &- \left\{ [p'm] - \left[p'\frac{M}{p}\right] \right\} A \\ &- \left\{ [p''m] - \left[p''\frac{M}{p}\right] \right\} B \\ &- \text{u. s. w.} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)\end{aligned}$$

Es beziehen sich hier die viereckigen Klammern auf analoge Grössen, welche zu verschiedenen Rundgängen gehören, sie deuten also eine Summirung vertikal über einander stehender Zahlen vor; doppelte Klammern [[ ]] bedeuten eine Summirung, sowohl in vertikalem als horizontalem Sinne.

$p$ sind die Gewichte, d. h. = 1, wenn ein Object beobachtet ist (†), und = 0, wenn es nicht beobachtet ist;

---

(*) Hinsichtlich der Ortsnamen folge ich der holländischen Schreibart; Boeboet und Poetri würden z. B. deutsch Bubut und Putri geschrieben werden.

(†) Wird, wie dies bei Salak 1 der Fall war, das Gewicht für jede Beobachtung nicht = 1 genommen, so kann man doch vorläufig $p = 1$ setzen, und nachher die Endgleichung mit $p$ multipliciren.

$m$ sind die beobachteten Richtungen, mit einer runden Sekundenzahl vermindert,

$P$ in jedem Umgange die Summe der $p$,

$M$ in jedem Umgange die Summe der $p\,m$; sind also alle $p$ entweder $= 1$ oder $= 0$, so ist $P$ in jedem Umgange die Zahl der beobachteten Richtungen, und $M$ die Summe der Ablesungen;

$n$ die Zahl der Rundgänge,

$V$ die übrigbleibenden Fehler,

A, B, C, . . . die resultirenden wahrscheinlichsten Winkel zwischen der ersten (Null-) Richtung und die folgenden.

Die Ausdrücke zwischen { }, mit welchen A, B, . . . in obiger Formel multiplicirt sind, sind offenbar die ersten Theile der Normalgleichungen, welche gewöhnlich durch die Notation (an), (bn) angedeutet werden. Dass weiter { } A + { } B + u. s. w. auch durch $\frac{(an)^2}{(aa)} + \frac{(bn)^2}{(bb)}$ + u. s. w. ersetzt werden können, braucht wohl kaum erwähnt zu werden.

Bei den Stationen I, Tjitjadas, Poetri und Boeboet, wo bloss sechs vollständige Rundgänge gemessen sind, wird die Formel einfacher. Es ist nämlich

$$p' = p'' = p''' = \ldots\ldots = 1$$

$$A = \tfrac{1}{n}\,[m] \qquad B = \tfrac{1}{n}\,[m'] \;\ldots\ldots$$

$P$ ist weiter für alle Rundgänge constant und die Formel wird:

$$\Big[[p\,V^2]\Big] = (VV) \text{ bei der Landesvermessung}$$

$$= \Big[[m^2]\Big] - \tfrac{1}{n}\,\Big[[m]^2\Big] - \tfrac{1}{P}\,\Big\{\big[M^2\big] - \tfrac{1}{n}\,\big[M\big]^2\Big\} \qquad (2)$$

In der Formel (1) ist, wie man leicht sieht:

$$\Big[[p\,m^2]\Big] - \Big[\tfrac{M^2}{P}\Big] = (V_{\cdot}\,V_{\cdot}) \text{ bei der Landesvermessung.}$$

### NOERDLICHER ENDPUNKT DER BASIS, Punkt I.

Beobachter: Woldringh. Instrument: (10 z.) Gross. P. M. II.

| N° | | Fern-rohr. | IV. | IV Heliotrop. | Tjitjadas Heliotrop. | Boeboet Heliotrop. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1876 | | | 0° 0' | 57° 17' | 110° 48' |
| 1 | Juni 24 | l. u. r. | 0° 0' | 0",00 | 21",37 | 45",60 |
| 2 | „ 25 | „ | 120 6 | 0,00 | 21,20 | 49,87 |
| 3 | „ 25 | „ | 240 14 | 0,00 | 21,12 | 46,14 |
| 4 | „ 26 | „ | 30 15 | 0,00 | 22,38 | 47,09 |
| 5 | „ 27 | „ | 150 22 | 0,00 | 21,82 | 47,50 |
| 6 | „ 28 | „ | 270 28 | 0,00 | 21,81 | 46,96 |

| Annahme: | IV | 0° | 0′ | 0″ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tjitjadas | 57 | 17 | 21 | + | A |
| | Boeboet | 110 | 48 | 45 | + | B |

NORMALGLEICHUNGEN.

$$-1{,}92 = \underline{+4\,A} \;-2\,B$$
$$+7{,}54 = \qquad\qquad \underline{+4\,B}$$

ENDGLEICHUNGEN.

$$-1{,}92 = +4\,A - 2\,B$$
$$+6{,}58 = \qquad\quad +3\,B$$

$$A = +0{,}6167$$
$$B = +2{,}1933$$

RESULTAT.

| IV | 0° | 0′ | 0″,0000 | |
|---|---|---|---|---|
| Tjitjadas | 57 | 17 | 21 ,6167 | + (1) |
| Boeboet | 110 | 48 | 47 ,1933 | + (2) |

GEWICHTSGLEICHUNGEN.

$$(1) = +0{,}3333\,[1] + 0{,}1667\,[2]$$
$$(2) = +0{,}1667\,[1] + 0{,}3333\,[2]$$

$$[m^2] = 45{,}26$$
$$n = 6 \qquad -\frac{1}{n}[m]^2 = -31{,}15$$
$$P = 3 \qquad -\frac{1}{P}\left\{M^2 - \frac{1}{n}[M]^2\right\} = \underline{-\;5{,}86}$$
$$(VV) = 8{,}25 \ldots\ldots\ldots \quad \text{Divisor } 10.$$

---

SUEDLICHER ENDPUNKT DER BASIS, Punkt IV.

Beobachter: Woldringh. Instrument: (10 z.) Gross P. M. H.

| N°. | 1876 | I. | Fernrohr. | I Heliotrop. | Salak Heliotrop. | Tjitjadas Heliotrop. | Mentjereh Heliotrop. | Boeboet Heliotrop. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0° 0′ | 191° 8′ | 257° 52′ | 297° 47′ | 326° 31′ |
| 1 | Aug. 12 | 0° 0′ | l. u. r. | 0″,00 | 10″,15 | | | |
| 2 | „ 13 | 120 7 | „ | 0 ,00 | 10 ,76 | | | |
| 3 | „ 14 | 240 14 | „ | 0 ,00 | 9 ,39 | 30″,40 | 30″,61 | 38″,17 |
| 4 | „ 15 | 30 1 | „ | 0 ,00 | 10 ,70 | 31 ,57 | 33 ,30 | 38 ,65 |
| 5 | „ 16 | 150 22 | „ | 0 ,00 | 9 ,90 | 33 ,14 | 34 ,91 | 40 ,15 |
| 6 | „ 19 | 270 29 | „ | 0 ,00 | 9 ,51 | 30 ,81 | 34 ,13 | 42 ,51 |
| 7 | „ 14 | 0 0 | „ | 0 ,00 | | 32 ,38 | 33 ,40 | 39 ,15 |
| 8 | „ 16 | 120 6 | „ | 0 ,00 | | 31 ,46 | 34 ,99 | 41 ,34 |

| Annahme: | I | 0° | 0′ | 0″ |
|---|---|---|---|---|
| | Salak I | 191 | 8 | 10 + A |
| | Tjitjadas | 257 | 52 | 31 + B |
| | Mentjereh | 297 | 47 | 33 + C |
| | Boeboet | 326 | 31 | 40 + D |

NORMALGLEICHUNGEN.

$$
\begin{aligned}
-0{,}415 &= +4{,}2\,A - 0{,}8\,B - 0{,}8\,C - 0{,}8\,D \\
+2{,}21 &= \quad +4{,}7\,B - 1{,}5\,C - 1{,}5\,D \\
+1{,}79 &= \quad +4{,}7\,C - 1{,}5\,D \\
-1{,}58 &= \quad +4{,}7\,D
\end{aligned}
$$

ENDGLEICHUNGEN.

$$
\begin{aligned}
-0{,}415 &= +4{,}2\,A - 0{,}8\,B - 0{,}8\,C - 0{,}8\,D \\
+2{,}1310 &= \quad +4{,}5476\,B - 1{,}4524\,B - 1{,}4524\,D \\
+2{,}3917 &= \quad +4{,}0837\,C - 1{,}9163\,D \\
+0{,}1442 &= \quad +3{,}1845\,D
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
A &= +0'',1544 \\
B &= +0,6769 \\
C &= +0,6070 \\
D &= +0,0452
\end{aligned}
$$

RESULTAT.

| I | 0° | 0′ | 0″,00 |
|---|---|---|---|
| Salak I | 191 | 8 | 10,1544 + (3) |
| Tjitjadas | 257 | 52 | 31,6769 + (4) |
| Mentjereh | 297 | 47 | 33,6070 + (5) |
| Boeboet | 326 | 31 | 40,0452 + (6) |

GEWICHTSGLEICHUNGEN.

$$
\begin{aligned}
(3) &= 0{,}3044\,[3] + 0{,}1159\,[4] + 0{,}1159\,[5] + 0{,}1159\,[6] \\
(4) &= 0{,}1159\,[3] + 0{,}3140\,[4] + 0{,}1474\,[5] + 0{,}1474\,[6] \\
(5) &= 0{,}1159\,[3] + 0{,}1474\,[4] + 0{,}3140\,[5] + 0{,}1474\,[6] \\
(6) &= 0{,}1159\,[3] + 0{,}1474\,[4] + 0{,}1474\,[5] + 0{,}3140\,[6]
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
[[m^2]] &= +37{,}98 \\
-\left[\frac{M\,M}{P}\right] &= -15{,}13 \\
-(an)\,A - (bn)\,B - \ldots = -2{,}45 &= -\frac{(an)^2}{aa} - \frac{(bb.1)^2}{(bn.1)} - \ldots\ldots \\
(VV) &= 20{,}40 \;\ldots\ldots\ldots\; \text{Divisor } 20.
\end{aligned}
$$

## BOEBOET.

Beobachter: Woldringh. Instrument: (10 z.) Gross P. M. II.

| N°. | 1876 | Poetri | Fern-rohr. | Poetri Heliotrop. | I Heliotrop. | IV Heliotrop. | Salak I Heliotrop. | Tjitjadas Heliotrop. | Mentjereh Heliotrop. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0° 0′ | 37° 51′ | 73° 34′ | 106° 58′ | 145° 26′ | 213° 23′ |
| 1 | Juli 29 | 0° 0′ | l. u. r. | 0″,00 | 66″,02 | 58″,35 | 39″,53 | 37″,16 | 25″,46 |
| 2 | „ 29 | 120 6 | „ | 0,00 | 62,60 | 54,80 | 40,00 | 35,47 | 21,60 |
| 3 | „ 31 | 240 14 | „ | 0,00 | 59,92 | 51,39 | 35,29 | 31,65 | 20,46 |
| 4 | Aug. 1 | 30 16 | „ | 0,00 | 64,85 | 56,07 | 39,59 | 34,57 | 24,09 |
| 5 | „ 2 | 150 22 | „ | 0,00 | 60,74 | 54,05 | 37,19 | 32,75 | 18,84 |
| 6 | „ 3 | 270 29 | „ | 0,00 | 62,29 | 54,02 | 38,90 | 34,93 | 21,77 |

| Annahme: | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Poetri | 0° | 0′ | 0″ | |
| I | 37 | 51 | 59 | + A |
| IV | 73 | 34 | 51 | + B |
| Salak I | 106 | 58 | 35 | + C |
| Tjitjadas | 145 | 26 | 31 | + D |
| Mentjereh | 213 | 23 | 18 | + E |

### NORMALGLEICHUNGEN.

$$
\begin{aligned}
+4{,}0283 &= +5\,A - 1\,B - 1\,C - 1\,D - 1\,E\\
+4{,}2883 &= \phantom{+5\,A} + 5\,B - 1\,C - 1\,D - 1\,E\\
+2{,}1083 &= \phantom{+5\,A - 1\,B} + 5\,C - 1\,D - 1\,E\\
+2{,}1583 &= \phantom{+5\,A - 1\,B - 1\,C} + 5\,D - 1\,E\\
+5{,}8283 &= \phantom{+5\,A - 1\,B - 1\,C - 1\,D} + 5\,E
\end{aligned}
$$

### ENDGLEICHUNGEN.

$$
\begin{aligned}
+4{,}0283 &= +5\,A - 1\,B - 1\,C - 1\,D - 1\,E\\
+5{,}0940 &= \phantom{+5\,A} + 4{,}8\,B - 1{,}2\,C - 1{,}2\,D - 1{,}2\,E\\
+1{,}1875 &= \phantom{+5\,A - 1\,B} + 4{,}5\,C - 1{,}5\,D - 1{,}5\,E\\
+5{,}6133 &= \phantom{+5\,A - 1\,B - 1\,C} + 4\,D - 2\,E\\
+12{,}1100 &= \phantom{+5\,A - 1\,B - 1\,C - 1\,D} + 3\,E
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
A &= +\,3{,}7367\\
B &= +\,3{,}7800\\
C &= +\,3{,}4167\\
D &= +\,3{,}4217\\
E &= +\,4{,}0367
\end{aligned}
$$

## RESULTAT.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Poetri | 0° | 0' | 0",0000 | | |
| I | 37 | 52 | 2 ,7567 | + | (7) |
| IV | 73 | 34 | 54 ,7800 | + | (8) |
| Salak I | 106 | 38 | 38 ,4167 | + | (9) |
| Tjitjadas | 145 | 26 | 34 ,4217 | + | (10) |
| Mentjeré | 213 | 23 | 22 ,0367 | + | (11) |

## GEWICHTSGLEICHUNGEN.

$$(7) = 0{,}3333\,[7] + 0{,}1667\,[8] + 0{,}1667\,[9] + 0{,}1667\,[10] + 0{,}1667\,[11]$$
$$(8) = 0{,}1667\,[7] + 0{,}3333\,[8] + 0{,}1667\,[9] + 0{,}1667\,[10] + 0{,}1667\,[11]$$
$$(9) = 0{,}1667\,[7] + 0{,}1667\,[8] + 0{,}3333\,[9] + 0{,}1667\,[10] + 0{,}1667\,[11]$$
$$(10) = 0{,}1667\,[7] + 0{,}1667\,[8] + 0{,}1667\,[9] + 0{,}3333\,[10] + 0{,}1667\,[11]$$
$$(11) = 0{,}1667\,[7] + 0{,}1667\,[8] + 0{,}1667\,[9] + 0{,}1667\,[10] + 0{,}3333\,[11]$$

$$[[m^2]] = +\ 526{,}83$$
$$n = 6 \qquad -\tfrac{1}{n}[[m]^2] = -\ 407{,}56$$
$$P = 6 \qquad -\tfrac{1}{P}\left\{[M^2] - \tfrac{1}{n}[M]^2\right\} = -\ 85{,}85$$
$$(VV) = 33{,}42 \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{Divisor } 25.$$

Eine Controle-Rechnung, wobei $[m]$ für jede Richtung $= 0$, also auch $[M] = 0$ war, gab

$$[[m^2]] = +\ 119{,}27$$
$$-\tfrac{1}{P}[M^2] = -\ 85{,}85$$
$$(VV) = 33{,}42, \text{ wie oben.}$$

---

## TJITJADAS.

Beobachter: Woldringh. Instrument (10 z): Gross P. M. II.

| N°. | 1876 | Mentjeré. | Fern-rohr. | Mentjeré Heliotrop | Boeboet Heliotrop. | I Heliotrop. | Poetri Heliotrop. | IV Heliotrop. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0° 0' | 76° 4' | 94° 58' | 99° 29' | 115° 34' |
| 1 | Juli 11 | 0° 0' | l. u. r. | 0",00 | 51",81 | 54",68 | 25",71 | 4",97 |
| 2 | „ 11 | 120 5 | „ | 0 ,00 | 50 ,31 | 53 ,73 | 27 ,25 | 4 ,22 |
| 3 | „ 13 | 240 14 | „ | 0 ,00 | 49 ,06 | 52 ,43 | 25 ,69 | 2 ,63 |
| 4 | „ 13 | 30 16 | „ | 0 ,00 | 48 ,45 | 51 ,35 | 25 ,47 | 3 ,32 |
| 5 | „ 14 | 150 22 | „ | 0 ,00 | 51 ,54 | 52 ,90 | 26 ,70 | 4 ,25 |
| 6 | „ 15 | 270 28 | „ | 0 ,00 | 50 ,09 | 52 ,37 | 24 ,77 | 3 ,01 |

| Annahme: | Mentjeré | 0° | 0′ | 0″ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Boeboet | 76 | 4 | 50 | + | A |
| | I | 94 | 58 | 52 | + | B |
| | Poetri | 99 | 29 | 25 | + | C |
| | IV | 115 | 34 | 3 | + | D |

## NORMALGLEICHUNGEN.

$$
\begin{aligned}
-2,082 &= \underline{+4,8\,A} - 1,2\,B - 1,2\,C - 1,2\,D \\
+2,118 &= \underline{+4,8\,B} - 1,2\,C - 1,2\,D \\
+2,248 &= \underline{+4,8\,C} - 1,2\,D \\
+1,058 &= \underline{+4,8\,D}
\end{aligned}
$$

## ENDGLEICHUNGEN.

$$
\begin{aligned}
-2,082 &= +4,8\,A - 1,2\,B - 1,2\,C - 1,2\,D \\
+1,5975 &= +4,5\,B - 1,5\,C - 1,5\,D \\
+2,2600 &= +4,0\,C - 2,0\,D \\
+2,2000 &= +3,0\,D
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
A &= +0'',2100 \\
B &= +0,9100 \\
C &= +0,9517 \\
D &= +0,7333
\end{aligned}
$$

## RESULTAT.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Mentjeré | 0° | 0′ | 0″,0000 | |
| Boeboet | 76 | 4 | 50,2100 | + (12) |
| I | 94 | 58 | 52,9100 | + (13) |
| Poetri | 99 | 29 | 25,9517 | + (14) |
| IV | 115 | 34 | 3,7333 | + (15) |

## GEWICHTSGLEICHUNGEN.

$$
\begin{aligned}
(12) &= 0,3333\,[12] + 0,1667\,[13] + 0,1667\,[14] + 0,1667\,[15] \\
(13) &= 0,1667\,[12] + 0,3333\,[13] + 0,1667\,[14] + 0,1667\,[15] \\
(14) &= 0,1667\,[12] + 0,1667\,[13] + 0,3333\,[14] + 0,1667\,[15] \\
(15) &= 0,1667\,[12] + 0,1667\,[13] + 0,1667\,[14] + 0,3333\,[15]
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
& & [[m^2]] &= +37,15 \\
n &= 6 & -\tfrac{1}{n}[[m]]^2 &= -13,67 \\
P &= 5 & -\tfrac{1}{P}\left\{[M^2] - \tfrac{1}{n}[M]^2\right\} &= \underline{-13,27} \\
& & (VV) &= \phantom{-}10,21 \ldots\ldots\ldots\ \text{Divisor 20.}
\end{aligned}
$$

## MENTJERÉ

Beobachter: Woldringh. Instrument: (10 z.) Gross P. M. II.

| N°. | 1876 und 1877 | Poetri | Fern-rohr. | Poetri Heliotrop. | Hambalang Heliotrop. | Boeboet Heliotrop. | IV Heliotrop. | Tjitjadas Heliotrop. | Salak 1 Heliotrop. | Uitkijk Batavia Heliotrop. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0° 0′ | 16° 52′ | 18° 33′ | 30° 1′ | 54° 31′ | 63° 45′ | 304° 10′ |
| 1 | Dec. 20 | 0° 0′ | l. u. r. | 0″,00 | | 35″,69 | 2″,96 | 58″,25 | 27″,43 | |
| 2 | „ 25 | 120 21 | „ | 0,00 | | 35,52 | 1,93 | 58,11 | 24,17 | |
| 3 | „ 26 | 0 0 | „ | 0,00 | | | | | | 60″,03 |
| 4 | „ 25 | 120 21 | „ | 0,00 | | | | | | 58,36 |
| 5 | „ 31 | 0 0 | „ | 0,00 | 28″,69 | | | | | |
| 6 | „ 31 | 120 21 | „ | 0,00 | 25,14 | | | | | |
| 7 | „ 26 | 240 43 | „ | 0,00 | | 34,48 | 1,23 | 56,28 | 23,61 | 56,94 |
| 8 | Jan. 1 | 240 43 | „ | 0,00 | 24,91 | | | | | |
| 9 | „ 1 | 30 11 | „ | 0,00 | 27,78 | 37,03 | 2,60 | 58,16 | 24,26 | 57,14 |
| 10 | „ 1 | 150 32 | „ | 0,00 | 27,58 | 34,85 | 1,97 | 57,89 | 24,74 | 58,32 |
| 11 | „ 2 | 270 49 | „ | 0,00 | 24,76 | 34,40 | 1,26 | 57,34 | 23,53 | 57,09 |

Annahme:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Poetri | 0° | 0′ | 0″ | |
| Hambalang | 16 | 52 | 24 | + A |
| Boeboet | 18 | 33 | 34 | + B |
| IV | 30 | 1 | 0 | + C |
| Tjitjadas | 54 | 31 | 56 | + D |
| Salak I | 63 | 45 | 23 | + E |
| Uitkijk (Hafenwarte) Batavia | 304 | 10 | 56 | + F |

### NORMALGLEICHUNGEN.

$$
\begin{aligned}
+6{,}9614 &= +\underline{4{,}0714\,A} - 0{,}4286\,B - 0{,}4286\,C - 0{,}4286\,D - 0{,}4286\,E - 0{,}4286\,F\\
-0{,}7606 &= +\underline{3{,}0047\,B} - 0{,}9953\,C - 0{,}9953\,D - 0{,}9953\,E - 0{,}5953\,F\\
+3{,}2194 &= +\underline{3{,}0047\,C} - 0{,}9953\,D - 0{,}9953\,E - 0{,}5953\,F\\
+1{,}2994 &= +\underline{3{,}0047\,D} - 0{,}9953\,E - 0{,}5953\,F\\
+1{,}0094 &= +\underline{3{,}0047\,E} - 0{,}5953\,F\\
+3{,}5664 &= +\underline{4{,}4007\,F}
\end{aligned}
$$

### ENDGLEICHUNGEN.

$$
\begin{aligned}
+6{,}9614 &= +4{,}0714\,A - 0{,}4286\,B - 0{,}4286\,C - 0{,}4286\,D - 0{,}4286\,E - 0{,}4286\,F\\
-0{,}0278 &= +4{,}9596\,B - 1{,}0404\,C - 1{,}0404\,D - 1{,}0404\,E - 0{,}6404\,F\\
+3{,}9464 &= +4{,}7413\,C - 1{,}2587\,D - 1{,}2587\,E - 0{,}7747\,F\\
+3{,}0741 &= +4{,}4071\,D - 1{,}5929\,E - 0{,}9804\,F\\
+3{,}8952 &= +3{,}8514\,E - 1{,}3548\,F\\
+6{,}9813 &= +3{,}4672\,F
\end{aligned}
$$

A = + 2,6581
B = + 1,4251
C = + 2,0864
D = + 1,7664
E = + 1,7182
F = + 2,1055

## RESULTAT.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Poetri | 0° | 0′ | 0″,0000 | |
| Hambalang | 16 | 52 | 26 ,6581 | + (16) |
| Boeboet | 18 | 33 | 35 ,4251 | + (17) |
| IV | 30 | 1 | 2 ,0864 | + (18) |
| Tjitjadas | 54 | 31 | 57 ,7664 | + (19) |
| Salak I | 63 | 45 | 24 ,7182 | + (20) |
| Uitkijk Batavia | 304 | 10 | 58 ,1055 | + (21) |

## GEWICHTSGLEICHUNGEN.

(16) = 0,2881 [16] + 0,0826 [17] + 0,0826 [18] + 0,0826 [19] + 0,0826 [20] + 0,0727 [21]
(17) = 0,0826 [16] + 0,2960 [17] + 0,1294 [18] + 0,1294 [19] + 0,1294 [20] + 0,1005 [21]
(18) = 0,0826 [16] + 0,1294 [17] + 0,2960 [18] + 0,1294 [19] + 0,1294 [20] + 0,1005 [21]
(19) = 0,0826 [16] + 0,1294 [17] + 0,1294 [18] + 0,2960 [18] + 0,1294 [20] + 0,1005 [21]
(20) = 0,0826 [16] + 0,1294 [17] + 0,1294 [18] + 0,1294 [19] + 0,2960 [20] + 0,1005 [21]
(21) = 0,0727 [16] + 0,1005 [17] + 0,1005 [18] + 0,1005 [19] + 0,1005 [20] + 0,2884 [21]

$$\left[[m^2]\right] = +169{,}95$$

$$-\left[\frac{[M^2]}{P}\right] = -115{,}60$$

$$-\frac{(an)^2}{aa} - \frac{(bn.1)^2}{(bb.1)} \ldots\ldots = -33{,}35$$

$$(VV) = 21{,}00 \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{Divisor } 30.$$

## POETRI.

Beobachter: Woldringh. Instrument: (10 z.) Gross P. M. II.

| N°. | 1876 | Dago. | Fern-rohr. | Dago Heliotrop. | Salak I Heliotrop. | Tjitjadas Heliotrop. | Boeboet Heliotrop. | Mentjeré Heliotrop. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0° 0′ | 288° 5′ | 317° 18′ | 328° 27′ | 343° 17′ |
| 1 | Nov. 26 | 0° 0′ | l. u. r. | 0″,00 | 46″,49 | 30″,26 | 22″,54 | 8″,84 |
| 2 | „ 28 | 120 21 | „ | 0 ,00 | 48 ,10 | 29 ,95 | 22 ,87 | 8 ,96 |
| 3 | „ 29 | 240 42 | „ | 0 ,00 | 44 ,29 | 29 ,36 | 20 ,81 | 8 ,01 |
| 4 | „ 29 | 30 5 | „ | 0 ,00 | 45 ,91 | 28 ,76 | 19 ,77 | 8 ,06 |
| 5 | „ 30 | 150 26 | „ | 0 ,00 | 47 ,33 | 29 ,69 | 22 ,21 | 8 ,43 |
| 6 | „ 30 | 270 44 | „ | 0 ,00 | 47 ,25 | 31 ,13 | 23 ,26 | 9 ,13 |

Annahme:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Dago | 0° | 0′ | 0″ | | |
| Salak I | 288 | 5 | 46 | + | A |
| Tjitjadas | 317 | 18 | 29 | + | B |
| Boeboet | 328 | 27 | 21 | + | C |
| Mentjeré | 343 | 17 | 8 | + | D |

## NORMALGLEICHUNGEN.

$$
\begin{aligned}
-0{,}112 &= \underline{+4{,}8\,A} - 1{,}2\,B - 1{,}2\,C - 1{,}2\,D \\
+1{,}668 &= \underline{+4{,}8\,B} - 1{,}2\,C - 1{,}2\,D \\
+1{,}978 &= \underline{+4{,}8\,C} - 1{,}2\,D \\
-0{,}032 &= \underline{+4{,}8\,D}
\end{aligned}
$$

## ENDGLEICHUNGEN.

$$
\begin{aligned}
-0{,}1120 &= +4{,}8\,A - 1{,}2\,B - 1{,}2\,C - 1{,}2\,D \\
+1{,}6400 &= +4{,}5\,B - 1{,}5\,C - 1{,}5\,D \\
+2{,}4967 &= +4{,}0\,C - 2{,}0\,D \\
+1{,}7151 &= +3{,}0\,D
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
A &= +\ 0{,}5617 \\
B &= +\ 0{,}8585 \\
C &= +\ 0{,}9100 \\
D &= +\ 0{,}5717
\end{aligned}
$$

## RESULTAT.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dago | 0° | 0′ | 0″,00 | |
| Salak I | 288 | 5 | 46,5617 | + (22) |
| Tjitjadas | 317 | 18 | 29,8585 | + (23) |
| Boeboet | 328 | 27 | 21,9100 | + (24) |
| Mentjeré | 343 | 17 | 8,5717 | + (25) |

## GEWICHTSGLEICHUNGEN.

$$
\begin{aligned}
(22) &= 0{,}3333\,[22] + 0{,}1667\,[23] + 0{,}1667\,[24] + 0{,}1667\,[25] \\
(23) &= 0{,}1667\,[22] + 0{,}3333\,[23] + 0{,}1667\,[24] + 0{,}1667\,[25] \\
(24) &= 0{,}1667\,[22] + 0{,}1667\,[23] + 0{,}3333\,[24] + 0{,}1667\,[25] \\
(25) &= 0{,}1667\,[22] + 0{,}1667\,[23] + 0{,}1667\,[24] + 0{,}3333\,[25]
\end{aligned}
$$

Es sind hier zur Berechnung der Summe $(VV)$ die Fehler selbst benutzt. Es war also $[m] = 0$, und die Rechnung steht so:

$$
\begin{aligned}
[[m^2]] &= +\ 22{,}42 \\
-\left[\frac{[M]^2}{p}\right] &= -\ 12{,}99 \\
(VV) &= \quad 9{,}43 \ \ldots\ldots\ldots \text{ Divisor } 20.
\end{aligned}
$$

## SALAK I.

Beobachter: Assistent J. A. Oudemans. Instrument: (8 z.) P. M. V.

| N°. | 1876 | Poetri. | Fernrohr. | Poetri Heliotrop. | Sangaboewana I Heliotrop. | Telaga Heliotrop. | Mentjeré Heliotrop. | Boeboet Heliotrop. | IV Heliotrop. | Batavia Uitkijk Heliotrop. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0° 0′ | 43° 56′ | 116° 37′ | 298° 56′ | 327° 20′ | 338° 32′ | 218° 57′ |
| 1 | 27, 29, 30 Apr 20 u. 25 Mai | 0° 0′ und 12′ | l. u. r. | 0″,00 | | 47″,92 | 49″,61 | 16″,18 | 62″,50 | |
| 2 | 30 Apr. 25 Mai 6 Juni | 120° 0′ und 13′ | „ | 0,00 | 17″,82 | 37,63 | 43,14 | 10,74 | 60,61 | |
| 3 | 4, 5 Mai, 3 Juni | 240° 0′ und 13′ | „ | 0,00 | 25,93 | 41,84 | 43,12 | 11,91 | 56,29 | |
| 4 | 5 Mai | 11 | „ | 0,00 | 20,75 | 45,32 | 46,31 | 14,89 | 61,72 | |
| 5 | 6 Mai, 3 Juni | 131 | „ | 0,00 | 22,40 | 40,78 | 42,79 | 14 56 | 64,82 | |
| 6 | 7 Mai, 6 Juni | 251 | „ | 0,00 | 27,62 | 43,74 | 44,34 | 14,73 | 62,69 | |
| 7 | 8, 9, 22 Mai | 20 | „ | 0,00 | | 43,66 | 43,47 | 14,12 | 58,54 | |
| 8 | 9 Mai | 140 | „ | 0,00 | 22,63 | 46,52 | 47,39 | 17,15 | 61,84 | |
| 9 | 9 Mai | 260 | „ | 0,00 | | 37,45 | 40,26 | 11,42 | 57,35 | |
| 10 | 10, 11 Mai | 31 | „ | 0,00 | | 46,48 | 50,09 | 11,80 | 60,07 | |
| 11 | 11, 12, 23 Mai | 151 | „ | 0,00 | | 47,00 | 43,16 | 17,77 | 62,07 | |
| 12 | 12 Mai | 271 | „ | 0,00 | | 44,34 | 43,37 | 12.40 | 57,26 | |
| 13 | 12 Mai | 40 | „ | 0,00 | | 43,64 | 44,01 | 14,03 | 58,06 | |
| 14 | 12, 15, 25 Mai | 160 | „ | 0,00 | | 47,45 | 48,42 | 20,22 | 65,01 | |
| 15 | 15, 27 Mai | 280 | „ | 0,00 | | 42,04 | 43,66 | 12,19 | 61,89 | |
| 16 | 15, 21 Mai | 51 | „ | 0,00 | | 40,39 | 42,39 | 14,78 | 58,03 | |
| 17 | 16, 24 Mai | 171 | „ | 0,00 | | 45,79 | 44,79 | 18,08 | 63,93 | |
| 18 | 18, 20 Mai | 291 | „ | 0,00 | | 39,38 | 41,36 | 14,21 | 58,55 | |
| 19 | 3 Juni | 131 20′ | „ | | | 0° 0′ 0″,00 | | | | 45″,36 |

Bei dieser Tabelle ist eine Vereinfachung eingeführt worden. Jede Zeile stellt nämlich nicht, wie angenommen wurde, das combinirte Resultat zweier Umgänge, bei Fernrohr links und rechts, dar. Poetri war immer sichtbar und der Beobachter benutzte es bei allen den Umgängen als Nullpunkt. Die Heliotrope waren aber in den meisten Fällen nicht alle zugleich sichtbar; und so sind im Ganzen 65 Umgänge beobachtet wurden, welche sämmtlich mit Poetri anfingen und endeten, und weiter verschiedene Combinationen der übrigen Stationen enthielten. Der Beobachter war beauftragt worden, von Telaga, Mentjeré, Boeboet und IV die Winkel met Poetri mit Fernrohr links und rechts bei 18 Kreislagen zu messen, und es dauerte vom 27 April bis zum 6 Juni, bis dieser Auftrag erfüllt war.

Der Kürze halber sind nun die Beobachtungen, welche bei der gleichen Kreislage angestellt waren, zusammengefügt und eingeschrieben, als gehörten sie zu einem Rundgange und als wären es einzige Messungen.

| Annahme: | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Poetri | 0° | 0′ | 0″ | | |
| | Sangaboewana I | 43 | 56 | 22 | + | A |
| | Telaga | 116 | 37 | 45 | + | B |
| | Mentjeré | 298 | 56 | 44 | + | C |
| | Boeboet | 327 | 20 | 14 | + | D |
| | IV | 338 | 33 | 0 | + | E |

## NORMALGLEICHUNGEN.

$$+\,2{,}8133 = \underline{5{,}0\,A} - 1{,}0\,B - 1{,}0\,C - 1{,}0\,D - 1{,}0\,E$$
$$-\,0{,}6847 = \underline{+\,14{,}6\,B} - 3{,}4\,C - 3{,}4\,D - 3{,}4\,E$$
$$+\,1{,}6253 = \underline{+\,14{,}6\,C} - 3{,}4\,D - 3{,}4\,E$$
$$+\,1{,}1253 = \underline{+\,14{,}6\,D} - 3{,}4\,E$$
$$+\,3{,}1753 = \underline{+\,14{,}6\,E}$$

## ENDGLEICHUNGEN.

$$+\,2{,}8133 = 5{,}0\,A - 1{,}0\,B - 1{,}0\,C - 1{,}0\,D - 1{,}0\,E$$
$$-\,0{,}1220 = +\,14{,}4\,B - 3{,}6\,C - 3{,}6\,D - 3{,}6\,E$$
$$+\,2{,}1575 = +\,13{,}5\,C - 4{,}5\,D - 4{,}5\,E$$
$$+\,2{,}3767 = +\,12{,}0\,D - 6{,}0\,E$$
$$+\,5{,}6151 = +\,9{,}0\,E$$

$$A = +\,0'',9789$$
$$B = +\,0\,,4094$$
$$C = +\,0\,,5378$$
$$D = +\,0\,,5100$$
$$E = +\,0\,,6239$$

## RESULTAT.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Poetri | 0° | 0′ | 0″,0000 | | |
| Sangaboewana I | 43 | 56 | 22 ,9789 | + | (26) |
| Telaga | 116 | 37 | 43 ,4094 | + | (27) |
| Mentjeré | 298 | 56 | 44 ,5378 | + | (28) |
| Boeboet | 327 | 20 | 14 ,5100 | + | (29) |
| Batavia, Uitkijk | 335 | 35 | 28 ,7694 | + | (27) |
| IV | 338 | 33 | 0 ,6239 | + | (30) |

## GEWICHTSGLEICHUNGEN.

$$(26) = 2{,}2\,[26] + 0{,}5\,[27] + 0{,}5\,[28] + 0{,}5\,[29] + 0{,}5\,[30]$$
$$(27) = 0{,}5\,[26] + 1{,}0\,[27] + 0{,}5\,[28] + 0{,}5\,[29] + 0{,}5\,[30]$$
$$(28) = 0{,}5\,[26] + 0{,}5\,[27] + 1{,}0\,[28] + 0{,}5\,[29] + 0{,}5\,[30]$$
$$(29) = 0{,}5\,[26] + 0{,}5\,[27] + 0{,}5\,[28] + 1{,}0\,[29] + 0{,}5\,[30]$$
$$(30) = 0{,}5\,[26] + 0{,}5\,[27] + 0{,}5\,[28] + 0{,}5\,[29] + 1{,}0\,[30]$$

---

Aus Anlass dieser Beobachtungen, versuchte ich die allgemeine Lösung des Problems: Es sind $n$ vollständige Gyri oder Rundgänge von $q$ umliegenden Dreieckspunkten oder Signalen beobachtet, und überdies von diesen $q$ Signalen noch einige, $q'$ in Zahl, in $n'$ Rundgängen.

Es wird eines der in $n + n'$ Rundgängen eingeschnittenen Signale als Nullpunkt benutzt, es sind dann überdies noch $q - q'$ Signale blos in $n$ und $q' - 1$ Signale in $n + n'$ Rundgängen eingestellt; welche sind dann die Coefficienten $\alpha\,\alpha$, $\alpha\,\beta$ u. s. w.?

Ich fand das folgende Coefficientensystem:

| | | $A$ | $B \ldots\ldots K$ | $L$ | $M \ldots\ldots Z$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $A$ | $a$ | $b \ldots\ldots b$ | $d$ | $d \ldots\ldots d$ | |
| | $B$ | $b$ | $a \ldots\ldots b$ | $d$ | $d \ldots\ldots d$ | Zahl: |
| | | | $\ldots\ldots$ | | $\ldots\ldots$ | $q - q'$ |
| Zahl: | $K$ | $b$ | $b \ldots\ldots a$ | $d$ | $d \ldots\ldots d$ | |
| $q - 1$ | $L$ | $d$ | $d \ldots\ldots d$ | $c$ | $d \ldots\ldots d$ | |
| | | | $\ldots\ldots d$ | $d$ | $c \ldots\ldots d$ | Zahl: |
| | | | $\ldots\ldots$ | $\ldots\ldots$ | $\ldots\ldots$ | $q' - 1$ |
| | $Z$ | $d$ | $d \ldots\ldots d$ | $d$ | $d \ldots\ldots c$ | |

Es ist hier

$$
\begin{aligned}
a &= \frac{1}{n} + \frac{q'-1}{q'} \cdot \frac{1}{n+n'} + \frac{1}{q'} \cdot \frac{1}{n} \\
b &= \qquad \frac{q'-1}{q'} \cdot \frac{1}{n+n'} + \frac{1}{q'} \cdot \frac{1}{n} \\
c &= \frac{2}{n+n'} \\
d &= \frac{1}{n+n'}
\end{aligned}
$$

Bei Salak ist $q = 6,\ n = 6,\ q' = 5,\ n' = 12$

also

$$
\begin{aligned}
a &= \tfrac{1}{6} + \tfrac{4}{5} \cdot \tfrac{1}{18} + \tfrac{1}{5} \cdot \tfrac{1}{6} = \tfrac{11}{45} \\
b &= \tfrac{7}{90} \\
c &= \tfrac{2}{18} = \tfrac{1}{9} \\
d &= \tfrac{1}{18}
\end{aligned}
$$

Weil nun $q - q' = 1$ ist, so kommt der Coefficient $b$ nicht vor; die hier gefundenen Zahlen sind, wegen des kleinen Gewichts des benutzten Instruments, mit 9 multiplicirt worden, wodurch die Coefficienten $= \frac{11}{5}$, 1 und $\frac{1}{2}$ wurden, wie auch die eigens in Zahlen ausgeführte Lösung ergeben hat.

---

Salak I ist der einzige Punkt in diesem Netze, wo die Beobachtungen mit einem anderen und zwar kleineren Instrument angestellt worden sind, es musste also das Verhältniss der Gewichte dieser beiden Instrumente bestimmt werden. Obwohl für dieses Verhältniss aus früheren beiläufigen Untersuchungen die Zahlen 3 : 1 traditionell angenommen wurden, woraus die Zahl von 18 Umgängen statt 6 zu erklären ist, so zog ich es doch vor, dasselbe aus den Beobachtungen selbst abzuleiten. Bei Gr. P. M. II waren aber, nach einer von Herrn Metzger berechneten vorläufigen Formel, die periodischen Theilfehler bereits angebracht, bei P. M. V nicht. Um das Verhältniss zu finden, mussten also für beide Instrumente nur Sätze von drei Umgängen, welche z. B. bei 0°, 120° und 240°, für Ablesung: "erstes Signal" angestellt waren, (wo also die Winkel längs 6 Randtheile gemessen worden waren.) combinirt werden, auf diese Art fand sich für Gr. P. M. II: m F" = 0,13; für P. M. V: m F" = 1.13. Das Verhältniss dieser Zahlen ist nahe 9, welches angenommen wurde. Die Gewichtscoefficienten sind also in den hier angeführten Gleichungen mit 9 multiplicirt worden.

Indem je drei zu einander gehörende Umgänge combinirt wurden, erhielt ich aus den Fehlern selbst (Sangaboewana wurde nicht mit aufgenommen): (30 - 10) m' = 20 m' = 22,95; da aber

das Gewicht der mit Gr. P. M. II angestellten Beobachtungen neunmal grösser angenommen wurde als die Beobachtungen mit P. M. V, so muss diese Zahl, um sie zu derselben Einheit zu reduciren, noch durch 3 dividirt werden, und also 20 m' = 7,64, was also, in derselben Form geschrieben, wie bei der anderen Stationen wird:

$(VV)$ = 7,64 . . . . . . Divisor 20.

Es folgen nun die Bedingungsgleichungen, welche durch das Basisnetz geliefert werden. Die sphärischen Ueberschüsse wurden nach der Formel

$$\varepsilon = (1{,}40694)\ b\ c\ \sin A$$

berechnet, wo der Coefficient, dessen Log. hier mitgetheilt is, nach den Bessel'schen Dimensionen des Erdsphäroids, der Polhöhe 6° 33′ entspricht.

Die Log. sin. wurden in Gellibrand, Trigonometria Britannica zehnstellig aufgesucht, aber auf neun Decimalstellen abgekürzt.

1. Punkt I — Punt IV — Boeboet.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Punkt I | 110° | 48′ | 47″,1933 | + (2) |
| Punkt IV | 33 | 28 | 19 ,9548 | — (6) |
| Boeboet | 35 | 42 | 52 ,0433 | — (7) + (8) |
| Summe | 179 | 59 | 59 ,1914 | + (2) — (6) — (7) + (8) |
| 180° + ε = | 180 | 0 | 0 ,0341 | |
| 0 = | | | — 0 ,8427 | + (2) — (6) — (7) + (8) |

2. Punkt I — Punkt IV — Tjitjadas.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Punkt I | 57° | 17′ | 21″,6167 | + (1) |
| Punkt IV | 102 | 7 | 28 ,3231 | — (4) |
| Tjitjadas | 20 | 35 | 10 ,8233 | — (13) + (15) |
| Summe | 180 | 0 | 0 ,7631 | + (1) — (4) — (13) + (15) |
| 180° + ε = | 180 | 0 | 0 ,0903 | |
| 0 = | | | + 0 ,6728 | + (1) — (4) — (13) + (15) |

3. Punkt IV — Tjitjadas — Boeboet.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Punkt IV | 68° | 39′ | 8″,5683 | — (4) + (6) |
| Tjitjadas | 39 | 29 | 13 ,3233 | — (12) + (13) |
| Boeboet | 71 | 51 | 39 ,6417 | — (8) + (10) |
| Summe | 180 | 0 | 1 ,5333 | — (4) + (6) — (8) + (10) — (12) + (13) |
| 180° + ε = | 180 | 0 | 0 ,1377 | |
| 0 = | | | + 1 ,3956 | — (4) + (6) — (8) + (10) — (12) + (13) |

### 4. Tjitjadas — Boeboet — Mentjeré.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tjitjadas | 76° | 4′ | 50″,2100 | + (12) |
| Boeboet | 67 | 56 | 47 ,6150 | — (10) + (11) |
| Mentjeré | 35 | 58 | 22 ,3435 | — (17) + (19) |
| Summe | 180 | 0 | 0 ,1685 | — (10) + (11) + (12) — (17) + (19) |
| 180° + ε = | 180 | 0 | 0 ,3250 | |
| 0 = | | | — 0 ,1567 | — (10) + (11) + (12) — (17) + (19) |

### 5. Tjitjadas — Punkt IV — Mentjeré.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tjitjadas | 115° | 34′ | 3″,7333 | + (15) |
| Punkt IV | 39 | 55 | 1 ,9301 | — ( 4 ) + ( 5 ) |
| Mentjeré | 24 | 30 | 55 ,6800 | — (18) + (19) |
| Summe | 180 | 0 | 1 ,3434 | — ( 4 ) + ( 5 ) + (15) — (18) + (19) |
| 180° + ε = | 180 | 0 | 0 ,3082 | |
| 0 = | | | + 1 ,0352 | — ( 4 ) + ( 5 ) + (15) — (18) + (19) |

### 6. Mentjeré — Boeboet — Poetri.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Boeboet | 146° | 36′ | 37″,9633 | — (11) |
| Mentjeré | 18 | 33 | 35 ,4231 | + (17) |
| Poetri | 14 | 49 | 46 ,6617 | — (24) + (25) |
| Summe | 180 | 0 | 0 ,0481 | — (11) + (17) — (24) + (25) |
| 180° + ε = | 180 | 0 | 0 ,3965 | |
| 0 = | | | — 0 ,3484 | — (11) + (17) — (24) + (25) |

### 7. Mentjeré — Tjitjadas — Poetri.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tjitjadas | 99° | 29′ | 25″,9317 | + (14) |
| Mentjeré | 54 | 31 | 57 ,7664 | + (19) |
| Poetri | 25 | 58 | 38 ,7134 | — (23) + (25) |
| Summe | 180 | 0 | 2 ,4115 | + (14) + (19) — (23) + (25) |
| 180° + ε = | 180 | 0 | 0 ,9689 | |
| 0 = | | | 1 ,4426 | + (14) + (19) — (23) + (25) |

### 8. Mentjeré — Boeboet — Salak I.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Boeboet | 106° | 24′ | 43″,6200 | — ( 9 ) + (11) |
| Mentjeré | 45 | 11 | 49 ,2951 | — (17) + (20) |
| Salak I | 28 | 23 | 29 ,9722 | — (28) + (29) |
| Summe | 180 | 0 | 2 ,8875 | — ( 9 ) + (11) — (17) + (20) — (28) + (29) |
| 180° + ε = | 180 | 0 | 0 ,8294 | |
| 0 = | | | 2 ,0579 | — ( 9 ) + (11) — (17) + (20) — (28) + (29) |

### 9. Punkt IV — Boeboet — Salak I.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Punkt IV | 133° | 23′ | 29″,8908 | − (3) + (6) |
| Boeboet | 33 | 23 | 43 ,6367 | − (8) + (9) |
| Salak I | 11 | 12 | 46 ,1159 | − (29) + (30) |
| Summe | 179 | 59 | 59 ,6414 | − (3) + (6) − (8) + (9) − (29) + (30) |
| 180 + ε = | 180 | 0 | 0 ,1966 | |
| 0 = | | | − 0 ,5552 | − (3) + (6) − (8) + (9) − (29) + (30) |

### 10. Boeboet — Poetri — Salak I.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Boeboet | 106° | 38′ | 38″,4167 | + (9) |
| Poetri | 40 | 21 | 33 ,3485 | − (22) + (24) |
| Salak I | 32 | 39 | 43 ,4900 | − (29) |
| Summe | 179 | 59 | 59 ,2550 | + (9) − (22) + (24) − (29) |
| 180 + ε = | 180 | 0 | 1 ,0283 | |
| 0 = | | | − 1 ,7733 | + (9) − (22) + (24) − (29) |

### 11. Punkt I — Punkt IV — Tjitjadas — Boeboet.

Bedingung: $\frac{\text{Sin B IV I . Sin Tj B I . Sin I Tj IV}}{\text{Sin IV B I . Sin B Tj I . Sin Tj IV I}} = 1$

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B IV I | 53° | 28′ | 19″,9548 | − (6) | 9,741 5710.76 | − 31,84 (6) |
| Tj B I | 107 | 54 | 31 ,6850 | − (7) + (10) | 9,979 2587.24 | + 6,67 {(7) − (10)} |
| I Tj IV | 20 | 33 | 10 ,8233 | − (13) + (15) | 9,546 0716.76 | + 56,05 {(15) − (13)} |
| IV B I | 33 | 42 | 52 ,0433 | − (7) + (8) | 0,233 7760.14 | + 29,29 {(7) − (8)} |
| B Tj I | 18 | 34 | 2 ,7000 | − (12) + (13) | 0,489 5490.94 | + 61,50 {(12) − (13)} |
| Tj IV I | 102 | 7 | 28 ,3231 | − (4) | 0,009 7973.22 | − 4,52 (4) |
| | | | | | 0,000 0039.06 | |

0 = 39,06 — 4,52 (4) — 31,84 (6) + 35,96 (7) — 29,29 (8) — 6,67 (10) + 61,50 (12) — 117,55 (13) + 56,05 (15)

### 12. Boeboet — Punkt IV — Tjitjadas — Mentjeré.

$\frac{\text{Sin IV B Tj . Sin M Tj IV . Sin B M IV}}{\text{Sin B Tj IV . Sin IV M Tj . Sin IV B M}} = 1$

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| IV B Tj | 71° | 51′ | 59″,6417 | + (10) − (8) | 9,977 8626.05 | + 6,90 {(10) − (8)} |
| M Tj IV | 115 | 34 | 3 ,7333 | + (15) | 9,955 2431.00 | − 10,07 (15) |
| B M IV | 11 | 27 | 26 ,6633 | + (18) − (17) | 9,298 0654.08 | + 103,88 {(18) − (17)} |
| B Tj IV | 39 | 29 | 13 ,5233 | + (13) − (12) | 0,196 6082.13 | + 25,55 {(12) − (15)} |
| IV M Tj | 24 | 30 | 33 ,6800 | + (19) − (18) | 0,382 0158.84 | + 46,165 {(18) − (19)} |
| IV B M | 139 | 48 | 27 ,2567 | + (11) − (8) | 0,190 2001.43 | + 24,92 {(11) − (8)} |
| | | | | | 9,999 9953.53 | |

0 = − 46,47 — 31,82 (8) + 6,90 (10) + 24,92 (11) + 25,55 (12) — 35,62 (15) — 103,88 (17) + 150,05 (18) — 46,16 (19)

### 13. Punkt IV — Boeboet — Mentjeré — Salak 1.

$$\frac{\text{Sin M IV B . Sin B M S . Sin B S IV}}{\text{Sin B M IV . Sin M S B . Sin S IV B}} = 1$$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| M IV B | 28° | 44′ | 6″,4582 + (6) — (5) | 9,681 9295.10 + | 58,40 { (6) — (5) } |
| B M S | 45 | 11 | 49,2951 + (20) — (17) | 9,850 9755.15 + | 20,91 { (20) — (17) } |
| B S IV | 11 | 12 | 46,1159 + (30) — (29) | 9,288 8161.11 + | 106,21 { (30) — (29) } |
| B M IV | 11 | 27 | 26,6655 + (18) — (17) | 0,701 9545.92 + | 103,88 { (17) — (18) } |
| M S B | 28 | 25 | 29,9722 + (29) — (28) | 0,522 8529.99 + | 38,95 { (28) — (29) } |
| S IV B | 155 | 25 | 29,8908 + (6) — (5) | 0,155 5059.54 + | 21,54 { (6) — (5) } |
| | | | | 0,000 0102.59 | |

$$0 = +102,59 - 21,34(3) - 38,40(5) + 59,74(6) + 82,97(17) - 103,88(18) + 20,91(20) + 38,95(28) - 145,16(29) + 106,21(30)$$

### 14. Mentjeré — Boeboet — Poetri — Tjitjadas.

$$\frac{\text{Sin B M P . Sin B P Tj . Sin B Tj M}}{\text{Sin B P M . Sin B Tj P . Sin B M Tj}} = 1$$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| B M P | 18° | 55′ | 55″,4251 + (17) | 9,502 8296.98 + | 62,71 (17) |
| B P Tj | 11 | 8 | 52,0517 + (24) — (25) | 9,286 5226.70 + | 106,86 { (24) — (25) } |
| B Tj M | 76 | 4 | 50,2100 + (12) | 9,987 0560.12 + | 5,22 (12) |
| B P M | 14 | 49 | 46,6617 + (25) — (24) | 0,591 8521.99 + | 79,52 { (24) — (25) } |
| B Tj P | 25 | 24 | 55,7217 + (14) — (12) | 0,400 8759.75 + | 48,65 { (12) — (14) } |
| B M Tj | 55 | 58 | 22,5455 + (19) — (17) | 0,251 0644.65 + | 29,00 { (17) — (19) } |
| | | | | 9,999 9990.19 | |

$$0 = -9,81 + 53,85\,(12) - 48,63\,(14) + 91,71\,(17) - 29,00\,(19) - 106,86\,(23) + 186,38\,(24) - 79,52\,(25)$$

### 15 Mentjeré — Boeboet — Poetri — Salak 1.

$$\frac{\text{Sin B M P . Sin B P S . Sin B S M}}{\text{Sin B P M . Sin B S P . Sin B M S}} = 1$$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| B M P | 18° | 55′ | 55″,4251 + (17) | 9,502 8296.98 + | 62,71 (17) |
| B P S | 40 | 21 | 55,5485 + (24) — (22) | 9,811 2972.58 + | 24,77 { (24) — (22) } |
| B S M | 28 | 25 | 29,9722 + (29) — (28) | 9,677 1470.01 + | 38,95 { (29) — (28) } |
| B P M | 14 | 49 | 46,6617 + (25) — (24) | 0,591 8521.99 + | 79,52 { (24) — (25) } |
| B S P | 52 | 59 | 45,4900 — (29) | 0,267 8544.72 + | 32,85 (29) |
| B M S | 45 | 11 | 49,2951 + (20) — (17) | 0,149 0266.87 + | 20,91 { (17) — (20) } |
| | | | | 0,000 0072 95 | |

$$0 = 72,95 + 83,62\,(17) - 20,91\,(20) - 24,77\,(22) + 104,29\,(24) - 79,52\,(25) - 38,95\,(28) + 71,80\,(29)$$

### Ausdrücke der Grössen [1], [2], [3], . . . . . durch die Faktoren I, II, III. . . . . . .

[1] = II

[2] = I

[3] = IX — 21,34 XIII

[4] = II + III + V — 4,52 XI

[5] = — V — 38,40 XIII

[6] = — I — III — IX — 31,84 XI + 59,74 XIII

} [3] + [4] + [5] + [6] = — I — II — 36,36 XI

[7] = — I + 35,96 XI

[8] = I + III + IX — 20,29 XI — 31,82 XII

[9] = VIII — IX + X

[10] = — III + IV — 6,67 XI + 6,90 XII

[11] = — IV + VI — VIII + 24,92 XII

} [7] + [8] + [9] + [10] + [11] = VI + X

[12] = III — IV + 61,50 XI + 25,55 XII + 53,85 XIV

[13] = — II — 117,55 XI

[14] = VII — 48,63 XIV

[15] = II — III — V + 56,05 XI — 35,62 XII

} [12] + [13] + [14] + [15] = — IV — V + VII — 10,07 XII + 5,22 XIV.

[16] = 0

[17] = IV — VI + VIII — 103,88 XII + 82,97 XIII + 91,71 XIV + 83,62 XV

[18] = V + 150,05 XII — 103,88 XIII

[19] = — IV — V + VII — 46,16 XII — 29,00 XIV

[20] = — VIII + 20,91 XIII — 20,91 XV

} [17] + [18] + [19] + 20] = — VI + VII + 62,71 XIV + 62,71 XV

[21] = 0

[22] = — X — 24,77 XV

[23] = — VII — 106,86 XIV

[24] = + VI + X + 186,38 XIV + 104,29 XV

[25] = — VI + VII — 79,52 XIV — 79,52 XV

} [22] + [23] + [24] + [25] = 0

[26] = 0

[27] = 0

[28] = VIII + 38,95 XIII — 38,95 XV

[29] = — VIII + IX — X — 145,16 XIII + 71,80 XV

[30] = — IX + 106,21 XIII

} [28] + [29] + [30] = — X + 32,85 XV

Die Summen, welche hinter die Accoladen gesetzt sind, werden bei der Berechnung der gleichnummerirten Correctionen benutzt.

### Darstellung der Correctionen (1), (2), (3) . . . . durch die Faktoren I, II, III . . . .

(1) = $^1/_6$ I + $^1/_3$ II

(2) = $^1/_3$ I + $^1/_6$ II

(3) = — 0,1159 (I + II) + 0,1885 IX — 4,2141 XI — 4,0226 XIII

(4) = — 0,1174 I — 0,3141 II + $^1/_6$ (III + V) — 0,0315 IX — 6,1128 XI + 0,6722 XIII

(5) = — 0,1474 (I + II) — $^1/_6$ V — 0,0315 IX — 5,3595 XI — 5,7278 XIII

(6) = — 0,3141 I — 0,1474 II — $^1/_6$ III — 0,1982 IX — 10,6662 XI + 10,6289 XIII

(7) = $^1/_6$ (— I + VI + X) + 5,9933 XI

(8) = $^1/_6$ (I + III + VI + IX + X) — 4,8817 XI — 5,3033 XII

(9) = $^1/_6$ (VI + VIII — IX) + $^1/_3$ X

(10) = $^1/_6$ (— III + IV + VI + X) — 1,1117 XI + 1,1500 XII

(11) = $^1/_6$ (— IV — VIII + X) + $^1/_3$ VI + 4,1533 XII

(12) = $^1/_6$ (III — V + VII) — $^1/_3$ IV + 10,25 XI + 2,5800 XII + 9,8450 XIV

(13) = $^1/_6$ (— II — IV — V + VII) — 19,5017 XI — 1,6783 XII + 0,8700 XIV

(14) = $^1/_6$ (— IV — V) + $^1/_3$ VII — 1,6783 XII — 7,2350 XIV

(15) = $^1/_6$ (II — III — IV + VII) — $^1/_3$ V + 9,3417 XI — 7,6150 XII + 0,8700 XIV

(17) = $\frac{1}{6}$ (IV + VIII) — 0,2961 VI + 0,1294 VII — 17,3133 XII + 13,8283 XIII + 23,3997 XIV + 22,0514 XV
(18) = $\frac{1}{6}$ V + 0,1294 (— VI + VII) + 25,0083 XII — 17,3133 XIII + 8,1147 (XIV + XV)
(19) = $\frac{1}{6}$ (— IV — V) — 0,1294 VI + 0,2961 VII — 7,6933 XII + 3,2814 XIV + 8,1147 XV
(20) = 0,1294 (— VI + VII) — $\frac{1}{6}$ VIII + 3,4850 XIII + 8,1147 XIV + 4,6297 XV
(22) = — $\frac{1}{4}$ X — 4,1283 XV
(23) = — $\frac{1}{6}$ VII — 17,8100 XIV
(24) = $\frac{1}{6}$ (VI + X) + 31,0633 XIV + 17,3817 XV
(25) = $\frac{1}{6}$ (— VI + VII) — 13,2533 XIV — 13,2533 XV
(28) = $\frac{1}{2}$ (VIII — X) + 19,475 XIII — 3,050 XV

NORMAL

| | I | II | III | IV | V |
|---|---|---|---|---|---|
| + 0,8427 = | + 0,9808 | + 0,3141 | + 0,3333 | — | — |
| — 0,6728 = | | + 0,9808 | — 0,3333 | — | — 0,3333 |
| + 1,3956 = | | | + 1,0000 | — 0,3333 | + 0,3333 |
| — 0,1567 = | | | | + 1,0000 | + 0,3333 |
| + 1,0352 = | | | | | + 1,0000 |
| — 0,3484 = | | | | | |
| — 1,4426 = | | | | | |
| + 2,0579 = | | | | | |
| — 0,5552 = | | | | | |
| + 1,7733 = | | | | | |
| — 39,06 = | | | | | |
| + 46,47 = | | | | | |
| —102,59 = | | | | | |
| + 9,81 = | | | | | |
| — 72,95 = | | | | | |
| 0 = | | | | | |

| | VI | VII | VIII | IX |
|---|---|---|---|---|
| + 0,8427 = | — | — | — | + 0,364 |
| — 0,6728 = | — | — | — | + 0,0317 |
| + 1,3956 = | — | — | — | + 0,333 |
| — 0,1567 = | — 0,3333 | — 0,3333 | + 0,3333 | — |
| + 1,0352 = | — | — 0,3333 | — | — |
| — 0,3484 = | + 0,9628 | — 0,2961 | — 0,3333 | — |
| — 1,4426 = | | + 0,9628 | — | — |
| + 2,0579 = | | | + 1,6667 | — 0,6667 |
| — 0,5552 = | | | | + 1,720 |
| + 1,7733 = | | | | |
| — 39,06 = | | | | |
| + 46,47 = | | | | |
| —102,59 = | | | | |
| + 9,81 = | | | | |
| — 72,95 = | | | | |
| 0 = | | | | |

ENDGLEI

| | I | II | III | IV | V |
|---|---|---|---|---|---|
| + 0,8427 = | + 0,9808 | + 0,3141 | + 0,3333 | — | — |
| — 0,9427 = | | + 0,8802 | — 0,4401 | — | — 0,3333 |
| + 0,6378 = | | | + 0,6667 | — 0,3333 | + 0,1667 |
| + 0,1622 = | | | | + 0,8333 | + 0,4167 |
| + 0,4377 = | | | | | + 0,6237 |
| — 0,4004 = | | | | | |
| — 1,4570 = | | | | | |
| + 2,0612 = | | | | | |
| + 0,0774 = | | | | | |
| + 1,3347 = | | | | | |
| — 23,0887 = | | | | | |
| + 19,56 = | | | | | |
| —200,11 = | | | | | |
| + 35,95 = | | | | | |
| — 71,51 = | | | | | |

| | VI | VII | VIII | IX |
|---|---|---|---|---|
| + 0,8427 = | — | — | — | + 0,364 |
| — 0,9427 = | — | — | — | — 0,0854 |
| + 0,6378 = | — | — | — | + 0,1667 |
| + 0,1622 = | — 0,3333 | — 0,3333 | + 0,3333 | + 0,0833 |
| + 0,4377 = | + 0,1667 | — 0,1667 | — 0,1667 | — 0,1157 |
| — 0,4004 = | + 0,7850 | — 0,3849 | — 0,1555 | + 0,0642 |
| — 1,4570 = | | + 0,5963 | + 0,0125 | + 0,0339 |
| + 2,0612 = | | | + 1,4577 | — 0,7189 |
| + 0,0774 = | | | | + 1,1428 |
| + 1,3347 = | | | | |
| — 23,0887 = | | | | |
| + 19,56 = | | | | |
| —200,11 = | | | | |
| + 35,95 = | | | | |
| — 71,51 = | | | | |

(29) = $\frac{1}{2}$ (— VIII + IX) — X — 72,58 XIII + 52,325 XV
(30) = $\frac{1}{2}$ (— IX — X) + 53,105 XIII + 16,425 XV

Und hierbei kommen noch die überzähligen Richtungen:

(16) = 0,0826 (— VI + VII) + 5,1798 (XIV + XV)
(21) = 0,1005 (— VI + VII) + 6,3024 (XIV + XV)
(26) = — $\frac{1}{2}$ X + 16,425 XV
(27) = — $\frac{1}{2}$ X + 16,425 XV

LEICHUNGEN.

| | X | XI | XII | XIII | XIV | XV | $\lambda_1$ | $\lambda_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | — | — 0,2088 | — 5,3033 | — 10,6289 | — | — | — 8,1993 | — 13,8014 |
| | — | + 35,0462 | — 5,9367 | — 0,6722 | — | — | — 0,6616 | — 4,2215 |
| | — | + 1,6917 | + 3,7417 | — 9,9567 | + 8,9750 | — | — 1,3235 | + 1,7636 |
| | — | — 11,3617 | — 15,2033 | + 13,8283 | + 10,2733 | + 13,9367 | — | — 1,6529 |
| | — | — 10,0950 | + 40,3166 | — 10,9133 | + 3,9633 | — | — | + 6,8526 |
| | + 0,3333 | — | + 21,4666 | — 13,8283 | + 20,9169 | + 8,5836 | — 5,2007 | + 30,9783 |
| | — | — | — 9,3716 | — | + 0,6031 | — 5,1386 | — | — 15,8759 |
| | + 0,6667 | — | — 21,4667 | + 102,3983 | + 15,2850 | 37,9533 | — 54,1794 | + 3,6031 |
| | — 0,6667 | + 1,5704 | — 5,3033 | — 140,3365 | — | + 35,9000 | + 110,6616 | — 6,2525 |
| | + 1,6667 | — | — | + 72,58 | + 31,0633 | — 30,8150 | — 63,509 | + 12,7557 |
| | | + 4190,1426 | + 76,7966 | — 341,4625 | + 551,9624 | — | + 456,208 | + 357,712 |
| | | | + 6523,4752 | — 4034,344 | — 1144,1483 | — 1447,738 | + 155,31 | + 282,90 |
| | | | | + 20894,00 | + 1268,197 | — 4886,345 | — 13662,82 | + 746,046 |
| | | | | | + 11679,4741 | + 6080,6112 | — 769,58 | + 4472,81 |
| | | | | | | + 8591,7614 | + 3280,2 | + 2853,05 |
| | | | | | | | + 11983,58 | + 3497,18 |

HUNGEN.

| | X | XI | XII | XIII | XIV | XV | $\lambda_1$ | $\lambda_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | — | — 0,2088 | — 5,3033 | — 10,6289 | — | — | — 8,1993 | — 13,8014 |
| | — | + 35,1131 | — 4 2383 | + 2,7316 | — | — | + 1,9643 | + 0,1984 |
| | — | + 19,3206 | + 3,4250 | — 4,9785 | + 8,9750 | — | + 2,4453 | + 6,5533 |
| | — | — 1,7007 | — 13,4908 | + 11,3389 | + 14,7608 | + 13,9367 | + 1,2227 | + 1,6240 |
| | — | — 0,7768 | + 44,6013 | — 14,3041 | — 5,6614 | — 6,9688 | — 0,4788 | + 4,4772 |
| | + 0,3333 | — 0,4727 | + 4,1532 | + 5,4706 | + 28,3340 | + 16,0201 | — 4,5837 | + 30,4316 |
| | + 0,1634 | — 1,1197 | — 0,8144 | — 1,9690 | + 18,8876 | + 6,4287 | — 1,88625 | + 0,8910 |
| | + 0,7293 | + 0,4026 | — 3,3137 | + 92,9982 | + 13,0846 | — 42,3508 | — 55,6649 | + 10,1592 |
| | — 0,3436 | + 0,5518 | + 3,0971 | — 92,2364 | + 1,7081 | + 10,6517 | + 86,1099 | + 0,4016 |
| | + 1,0122 | + 0,4720 | + 1,0488 | + 1,1828 | + 6,7962 | — 14,9881 | — 7,307 | — 5,3724 |
| | | + 2222,00 | + 173,40 | — 291,79 | + 361,51 | + 55,022 | + 278,033 | + 185,332 |
| | | | + 2995,63 | — 2337,67 | — 671,46 | — 913,70 | — 190,45 | — 264,954 |
| | | | | + 4964,83 | — 192,72 | — 2229,68 | — 3407,62 | + 148,556 |
| | | | | | + 9242,40 | + 5185,04 | — 146,09 | + 3131,54 |
| | | | | | | + 2143,96 | — 673,10 | + 681,65 |
| | | | | | | | + 600,72 | + 601,66 |

Die Auflösung obiger Gleichungen giebt die Correlaten wie folgt:

| | | | | log |
|---|---|---|---|---|
| I | = | + | 1,39351 | log . . . . . . 0,14411 |
| II | = | — | 0,09955 | 8,99804n |
| III | = | + | 0,08979 | 8,95323 |
| IV | = | — | 2,72192 | 0,43488n |
| V | = | + | 1,63948 | 0,21470 |
| VI | = | — | 2,09325 | 0,32082n |
| VII | = | — | 3,10763 | 0,49243n |
| VIII | = | + | 1,44431 | 0,15966 |
| IX | = | — | 3,62307 | 0,55908n |
| X | = | + | 0,78704 | 9,89597 |
| XI | = | — | 0,01719 | 8,23528n |
| XII | = | — | 0,04100 | 8,61278n |
| XIII | = | — | 0,05441 | 8,73568n |
| XIV | = | + | 0,02260 | 8,35411 |
| XV | = | — | 0,03335 | 8,52313n |

und für den Beitrag zur Summe der Fehlerquadrate wurde gefunden:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| aus Gleichung | | I | 0,724 | aus Gleichung | | X | 1,760 |
| « | « | II | 1,010 | « | « | XI | 0,240 |
| « | « | III | 0,610 | « | « | XII | 0,128 |
| « | « | IV | 0,032 | « | « | XIII | 8,066 |
| « | « | V | 0,307 | « | « | XIV | 0,140 |
| « | « | VI | 0,204 | « | « | XV | 2,385 |
| « | « | VII | 3,560 | | | | |
| « | « | VIII | 2,913 | Summe ($vv$) | | = | 22,084 |
| « | « | IX | 0,005 | | | | |

Durch Substitution der Werthe der Correlaten I, u. s. w. ergeben sich die Verbesserungen:

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | = | + | 0″,1991 | (11) | = | — | 0″,5259 | (21) | = | — | 0″,1697 |
| (2) | = | + | 0 ,4479 | (12) | = | + | 0 ,0715 | (22) | = | + | 0 ,0065 |
| (3) | = | — | 0 ,5416 | (13) | = | + | 0 ,1045 | (23) | = | + | 0 ,1155 |
| (4) | = | + | 0 ,2968 | (14) | = | — | 0 ,9502 | (24) | = | — | 0 ,0955 |
| (5) | = | + | 0 ,0559 | (15) | = | — | 0 ,4711 | (25) | = | — | 0 ,0266 |
| (6) | = | — | 0 ,1149 | (16) | = | — | 0 ,1595 | (26) | = | — | 0 ,9414 |
| (7) | = | — | 0 ,5551 | (17) | = | — | 0 ,2446 | (27) | = | — | 0 ,9414 |
| (8) | = | — | 0 ,2751 | (18) | = | — | 0 ,0285 | (28) | = | — | 0 ,6295 |
| (9) | = | + | 0 ,7581 | (19) | = | — | 0 ,5499 | (29) | = | — | 1 ,1169 |
| (10) | = | — | 0 ,7145 | (20) | = | | 0 ,5527 | (30) | = | — | 2 ,0195 |

Für die Bestimmung des mittleren Fehlers einer einmaligen Beobachtung einer Richtung, (jedesmal zwei Umgänge mit Fernrohr links und rechts,) haben wir nun das folgende Material:

| | $(VV)$ | Divisor. |
|---|---|---|
| Punkt I | 8,25 | 10 |
| Punkt IV | 20,40 | 20 |
| Boeboet | 33,42 | 25 |
| Tjitjadas | 10,21 | 20 |
| Mentjeré | 21,00 | 30 |
| Poetri | 9,45 | 20 |
| Salak I | 7,64 | 20 |
| Zusatz $(BB)$ = | 22,08 | 15 |
| Summa | 132,45 | 160 |

Quadrat des mittleren Fehlers einer einmaligen Beobachtung (Fernrohr links und rechts) einer Richtung

$$\mu\mu = \frac{132,45}{160} = 0,828.$$

Mittlerer Fehler einer einmaligen Beobachtung (F. l. u. r.):

$$\mu = \pm 0'',91.$$

Um das Verhältniss der Gewichte der Instrumente Gr. P M II und P M V zu bestimmen, waren, wie oben erwähnt, die Mittel aus drei Umgängen, deren Anfangspunkte um 120° untereinander verschieden waren, genommen, und daraus war das Verhältniss 9 : 1 gefunden. Nach den $(VV)$, welche aber erst später berechnet sind, würde das Verhältniss der Gewichte beider Instrumente für das kleinere Instrument günstiger sein; addirt man nämlich die für die Stationen Punkt I bis Poetri gefundenen Werthe von $(VV)$, so hat man

$$125\ \mu\mu = 102,71$$
$$\mu\mu = 0,822$$

während für Salak I

$$\mu\mu = 3 \times \frac{22,93}{20} = 3,44$$

sein würde. Hieraus würde das Verhältniss folgen $\frac{3,44}{0,822} = 4,2 : 1$.

Eine, später absichtlich ausgeführte, Berechnung für Salak I, indem die einzelnen Beobachtungen in den 53 Rundgängen gesondert gehalten wurden, ergab

$$\mu\mu = 4,21,$$

was wieder etwas mehr ist als 3,44, und das Verhältniss der Gewichte beider Instrumente zu 5 erhöhen würde. Aus dieser kleineren Zahl als 9 würde gefolgert werden können, bei P M V seien es weniger die periodischen Theilungsfehler, als vielmehr die unregelmässigen Beobachtungs- und Theilungsfehler, welche die Resultate beeinträchtigen.

Ich erachtete es nicht der Mühe werth mit einem dieser später bestimmten Gewichtsverhältnisse die Rechnung zu wiederholen.

## § 6. Ausgeglichene Richtungen und Logarithmen der Entfernungen der Dreieckspunkte.

| | PUNKT I. | | | Log. Entf. in Metern |
|---|---|---|---|---|
| Punkt IV | 0° | 0′ | 0″,0000 | 3,589 6922 75 |
| Tjitjadas | 57 | 17 | 21 ,8158 | 4,055 8268 18 |
| Boeboet | 110 | 48 | 47 ,6412 | 3,565 0589 08 |

| | PUNKT IV. | | | |
|---|---|---|---|---|
| Punkt I | 0° | 0′ | 0″,0000 | 3,589 6922 75 |
| Salak I | 191 | 8 | 9 ,6128 | 4,246 0471 51 |
| Tjitjadas | 257 | 52 | 51 ,9757 | 3,968 6520 12 |
| Mentjeré | 297 | 47 | 55 ,6609 | 4,505 8955 29 |
| Boeboet | 326 | 51 | 59 ,9505 | 3,794 1600 26 |

| | BOEBOET. | | | |
|---|---|---|---|---|
| Poetri | 0° | 0′ | 0″,0000 | 4,272 7014 20 |
| Punkt I | 57 | 52 | 2 ,1856 | 3,565 0589 08 |
| Punkt IV | 75 | 54 | 54 ,5069 | 3,794 1600 26 |
| Salak I | 106 | 58 | 59 ,1748 | 4,551 8494 85 |
| Tjitjadas | 145 | 26 | 55 ,7072 | 3,959 9005 06 |
| Mentjeré | 215 | 25 | 21 ,5128 | 4,178 0215 82 |

| | TJITJADAS. | | | |
|---|---|---|---|---|
| Mentjeré | 0° | 0′ | 0″,0000 | 4,157 9674 42 |
| Boeboet | 76 | 4 | 50 ,2815 | 3,959 9005 06 |
| Punkt I | 94 | 58 | 55 ,0145 | 4,055 8268 18 |
| Poetri | 99 | 29 | 24 ,9815 | 4,427 5405 60 |
| Punkt IV | 115 | 54 | 5 ,2622 | 3,968 6520 12 |

| | MENTJERE. | | | |
|---|---|---|---|---|
| Poetri | 0° | 0′ | 0″,0000 | 4,510 4957 15 |
| Hambalang | 16 | 52 | 26 ,5186 | |
| Boeboet | 18 | 55 | 55 ,1785 | 4,178 0215 82 |
| Punkt IV | 30 | 1 | 2 ,0579 | 4,505 8955 29 |
| Tjitjadas | 54 | 51 | 57 ,4165 | 4,157 9674 42 |
| Salak I | 65 | 45 | 24 ,1855 | 4,482 8120 49 |
| Uitkijk Batavia | 304 | 10 | 57 ,8458 | |

POETRI.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dago | 0° | 0′ | 0″,0000 | |
| Salak I | 288 | 5 | 46 ,5682 | 4,521 2018 78 |
| Tjitjadas | 317 | 18 | 29 ,9758 | 4,427 5403 60 |
| Boehoet | 328 | 27 | 21 ,8145 | 4,272 7014 20 |
| Mentjeré | 345 | 17 | 8 ,5451 | 4,510 4937 15 |

SALAK I.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Poetri | 0° | 0′ | 0″,0000 | 4,521 2018 78 |
| Sangaboewana I | 45 | 56 | 22 ,0575 | |
| Telaga | 116 | 57 | 42 ,4680 | |
| Mentjeré | 298 | 56 | 45 ,9085 | 4,482 8120 49 |
| Boehoet | 327 | 20 | 15 ,5951 | 4,551 8494 85 |
| Punkt IV | 338 | 52 | 58 ,6046 | 4,246 0471 51 |

## § 7. Bestimmung des mittleren Fehlers des briggischen Logarithmus der Seite Poetri-Salak I.

Es sei U eine Function der ausgeglichenen Richtungen:

$$U = F. [A + (1), B + (2), C + (3), \ldots],$$

oder auch

$$U = F [A, B, C, \ldots] + l_1 (1) + l_2 (2) + l_3 (3) + \ldots,$$

wo also $l_1$, $l_2$, $l_3$ . . . . . die Differentialquotienten der Function F in Bezug auf A, B, C. . . . bezeichnen; man habe weiter, durch Substitution der Formeln

$$(1) = \mathfrak{A}_1 \, I + \mathfrak{B}_1 \, II + \mathfrak{C}_1 \, III + \ldots\ldots,$$
$$(2) = \mathfrak{A}_2 \, I + \mathfrak{B}_2 \, II + \mathfrak{C}_2 \, III + \ldots\ldots,$$
$$(3) = \mathfrak{A}_3 \, I + \mathfrak{B}_3 \, II + \mathfrak{C}_3 \, III + \ldots\ldots,$$

u. s. w.,

gefunden:

$$l_1 (1) + l_2 (2) + l_3 (3) + \ldots\ldots = (\mathfrak{A}l) \, I + (\mathfrak{B}l) \, II + (\mathfrak{C}l) \, III + \ldots\ldots$$

so hat man zur Ermittelung des mittleren Fehlers der Function U die folgenden Berechnungen zu machen:

Es seien

$$(1) = (\alpha\alpha) [1] + (\alpha\beta) [2] + (\alpha\gamma) [3] + \ldots\ldots$$
$$(2) = (\alpha\beta) [1] + (\beta\beta) [2] + (\beta\gamma) [3] + \ldots\ldots$$
$$(3) = (\alpha\gamma) [1] + (\beta\gamma) [2] + (\gamma\gamma) [3] + \ldots\ldots$$

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

die Gewichtsgleichungen, welche bei jeder Stations-Ausgleichung gefunden sind, so berechne man

$$
\begin{aligned}
q_1 &= (\alpha\alpha)\, l_1 + (\alpha\beta)\, l_2 + (\alpha\gamma)\, l_3 + \cdots\cdots \\
q_2 &= (\alpha\beta)\, l_1 + (\beta\beta)\, l_2 + (\beta\gamma)\, l_3 + \cdots\cdots \\
q_3 &= (\alpha\gamma)\, l_1 + (\beta\gamma)\, l_2 + (\gamma\gamma)\, l_3 + \cdots\cdots \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
(l\, q) &= l_1\, q_1 + l_2\, q_2 + l_3\, q_3 + \cdots\cdots
\end{aligned}
$$

und stelle sich vor, es sei jeder der Normalgleichungen (S. 38 und 39) noch ein Glied $+ (\mathfrak{A}l)\,\lambda$, $(\mathfrak{B}l)\,\lambda$, $(\mathfrak{C}l)\,\lambda$, ....., und überdies diesen Normalgleichungen selbst noch eine supplementäre Gleichung

$$0 = (\mathfrak{A}l)\ \mathrm{I} + (\mathfrak{B}l)\ \mathrm{II} + (\mathfrak{C}l)\ \mathrm{III} + \cdots\cdots + (l\ q)\ \lambda$$

hinzugefügt, wo $\lambda$ eine eingebildete Unbekannte ist, so dass man bei der Lösung der Normalgleichungen nach der bekannten, von Gauss herrührenden Methode, für jede Gleichung noch eine Columne mehr für $\lambda$ und dann noch die supplementäre Columne für die hinzugefügte, jetzt die letzte, Normalgleichung hat. Bei der Behandlung dieser Normalgleichungen, d. h. bei der Ableitung der Endgleichungen, erhält $\lambda$ nun in der zweiten und in den folgenden Gleichungen andere Coefficienten, nämlich

$$
\begin{aligned}
(\mathfrak{B}l_1) &= \mathfrak{B}l - \frac{(\mathrm{I.II})}{(\mathrm{I.I})}\,(\mathfrak{A}l) \\
(\mathfrak{C}l_1) &= (\mathfrak{C}l) - \frac{(\mathrm{I.III})}{(\mathrm{I.I})}\,(\mathfrak{A}l) - \frac{(\mathrm{II.III.1})}{(\mathrm{II.II.1})}\,(\mathfrak{B}l_1) \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots
\end{aligned}
$$

und der Coefficient $(l\,q)$ der eingebildeten Unbekannte $\gamma$ wird dann

$$(l\,q) = \frac{(\mathfrak{A}l)^2}{(\mathrm{I.I})} - \frac{(\mathfrak{B}l.1)^2}{(\mathrm{II.II.1})} - \frac{(\mathfrak{C}l.2)^2}{(\mathrm{III.III.2})}$$

welcher Werth dem reciproken Gewichte, d. h. dem Quotienten $\frac{m^2}{\mu^2}$ der Function U gleich ist.

Da mehr Richtungen gemessen worden sind, als unumgänglich nothwendig ist, so ist auch jede Seite des Verbindungsnetzes, z. B. hier die secundäre Seite Poetri-Salak, auf mehrere Arten zu berechnen. Man hat z. B.

$$\frac{\text{Sin Poetri-Salak I}}{\text{Sin IV}} = \frac{\text{Sin B I IV . Sin B IV S . Sin S B P}}{\text{Sin I B IV . Sin B S IV . Sin B P S}},$$

aber auch

$$= \frac{\text{Sin B I IV . Sin B IV Tj . Sin B Tj M . Sin M B P . Sin P M S}}{\text{Sin I B IV . Sin B Tj IV . Sin B M Tj . Sin M P B . Sin M S P}}.$$

Legt man nun die eine oder die andere dieser Formeln bei der Berechnung des mittleren Fehlers des gefundenen Werthes von Log. Poetri-Salak I zu Grunde, so muss man doch immer dasselbe Resultat erhalten. Zur Controle sind beide Wege befolgt, und von beiden Rechnungen sind die Hauptelemente in der Form einer Columne oben schon mitgetheilt worden.

Die Einzelheiten der Berechnung der beiden $(l\ q)$ werden wir hier folgen lassen.

## ERSTE BERECHNUNG.

Log. $\frac{\text{Sin P S}}{\text{Sin I IV}}$ = Vorläufiger Werth − 8,0057(2) + 21,545 (5) − 21,545 (6) + 29,286 (7) − 29,286 (8) − 6,428 (9) + 24,775(22) − 24,775(24) + 106,216(29) − 106,216(30)

Die Coefficienten sind die $l$, und weiter findet man:

| | | |
|---|---|---|
| $q_2 = \frac{1}{3}\, l_2 =$ | $-\ 2,6679$ | $l_2\, q_2 = +\ 21,555$ |
| $q_3 = 0.5044\, l_3 + 0,1159\, l_6 =$ | $+\ 4,0255$ | $l_3\, q_3 = +\ 85,882$ |
| $q_6 = 0.1159\, l_3 + 0,5140\, l_6 =$ | $4,2284$ | $l_6\, q_6 = +\ 90,255$ |
| $q_7 = \frac{1}{3}\, l_7 + \frac{1}{6}\, l_8 + \frac{1}{6}\, l_9 =$ | $+\ 5,8097$ | $l_7\, q_7 = +\ 111,571$ |
| $q_8 = \frac{1}{6}\, l_7 + \frac{1}{3}\, l_8 + \frac{1}{6}\, l_9 =$ | $-\ 5,9525$ | $l_8\, q_8 = +\ 174,519$ |
| $q_9 = \frac{1}{6}\, l_7 + \frac{1}{6}\, l_8 + \frac{1}{3}\, l_9 =$ | $-\ 2.1427$ | $l_9\, q_9 = +\ 15,775$ |
| $q_{22} = \frac{1}{3}\, l_{22} + \frac{1}{6}\, l_{23} =$ | $+\ 4,1292$ | $l_{22}\, q_{22} = +\ 102,500$ |
| $q_{23} = \frac{1}{6}\, l_{22} + \frac{1}{3}\, l_{23} =$ | $4,1292$ | $l_{23}\, q_{23} = +\ 102,500$ |
| $q_{29} = l_{29} + \frac{1}{2}\, l_{30} =$ | $+\ 55,108$ | $l_{29}\, q_{29} = +\ 5640,916$ |
| $q_{30} = \frac{1}{2}\, l_{29} + l_{30} =$ | $55,108$ | $l_{30}\, q_{30} = +\ 5640,916$ |

Summe: $(lq) = +\ 11985,585$

## ZWEITE BERECHNUNG.

$\text{Log.}\ \frac{\text{Sin P 8}}{\text{Sin I IV}}$ = Vorläufiger Werth $-\ 8,0057\ (2) -\ 8,2292\ (4) +\ 8,2292\ (6) +\ 29,286\ (7) -\ 29,286\ (8) +\ 51,945\ (11) +\ 50,772\ (12) -\ 25,554\ (15) +\ 29,009\ (17) -\ 29,009\ (19) +\ 10,5805\ (20) +\ 79,524\ (24) -\ 79,524\ (25) +\ 11,645\ (28)$

| | | $lq$ |
|---|---|---|
| $q_2 = \frac{1}{3}\, l_2$ | $= -\ 2,6679$ | $+\ 21,55$ |
| $q_4 = 0,5140\, l_4 + 0,1474\, l_6$ | $= -\ 1,5715$ | $+\ 11,29$ |
| $q_6 = 0,1474\, l_4 + 0,5140\, l_6$ | $= +\ 1,5715$ | $+\ 11,29$ |
| $q_7 = \frac{1}{3}\, l_7 + \frac{1}{6}\, l_8 + \frac{1}{6}\, l_{11}$ | $= +\ 10,205$ | $+\ 298,87$ |
| $q_8 = \frac{1}{6}\, l_7 + \frac{1}{3}\, l_8 + \frac{1}{6}\, l_{11}$ | $= +\ 0,445$ | $12,97$ |
| $q_{11} = \frac{1}{6}\, l_7 + \frac{1}{6}\, l_8 + \frac{1}{3}\, l_{11}$ | $= +\ 10,648$ | $+\ 540,15$ |
| $q_{12} = \frac{1}{3}\, l_{12} + \frac{1}{6}\, l_{15}$ | $= +\ 5,998$ | $+\ 184,57$ |
| $q_{15} = \frac{1}{6}\, l_{12} + \frac{1}{3}\, l_{15}$ | $=\ 5,589$ | $+\ 86,60$ |
| $q_{17} = 0,2960\, l_{17} + 0,1294\, l_{19} + 0,1294\, l_{20}$ | $= +\ 6,178$ | $+\ 179,22$ |
| $q_{19} = 0,1294\, l_{17} + 0,2960\, l_{19} + 0,1294\, l_{20}$ | $=\ 5,4916$ | $+\ 101,29$ |
| $q_{20} = 0,1294\, l_{17} + 0,1294\, l_{19} + 0,2960\, l_{20}$ | $= +\ 5,0725$ | $+\ 51,89$ |
| $q_{24} = \frac{1}{3}\, l_{24} + \frac{1}{6}\, l_{25}$ | $= +\ 15,254$ | $+\ 1054,01$ |
| $q_{25} = \frac{1}{6}\, l_{24} + \frac{1}{3}\, l_{25}$ | $=\ 15,254$ | $+\ 1054,01$ |
| $q_{28} = l_{28}$ | $= +\ 11,645$ | $+\ 135,61$ |

$(lq) = +\ 5497,18$

Diese Werthe von $(lq)$ sind als Coefficienten der eingebildeten Unbekannte $\lambda$ in der letzten Normalgleichung benutzt. Bei der Lösung dieser Gleichungen werden nach einander 15 Zahlen hiervon abgezogen, nämlich die Glieder $\frac{(\lambda l)}{(l\,l)}$ u. s. w. so dass, wie man in den Endgleichungen schon sehen kann, noch übrigbleibt

600,72 resp. 601,66.

Der letzte Werth ist wegen der kleineren, bei seiner Berechnung verwandten Zahlen der zuverlässigste. Das Gewicht des $\text{Log.}\ \frac{\text{Sin P 8}}{\text{Sin I IV}}$ ist also $= \frac{1}{601,66}$ und der mittlere Fehler, soweit dies die Unsicherheit der Winkelmessungen betrifft:
$= \mu \sqrt{601,66} = 24,55\ \mu = 22.5$ Einheiten der 7 ten Decimalstelle, was $0,000\,0051\,4 = \frac{1}{194\,550}$ der Länge entspricht.

## § 8. Zweiter Theil des Basisnetzes von Simplak. Verbindung der secundären Seite Poetri-Salak I mit der primären Seite Sangaboewana I - Telaga.

Die secundäre Seite Poetri-Salak I war, wie in der beigefügten Tafel sichtbar ist, sowohl direct durch die beiden Dreiecke Poetri — Salak I — Sangaboewana I und Salak I — Sangaboewana I — Telaga, als auch indirect mittels der Punkte Dago, Mentjeré, Pangerango und Hambalang, mit der primären Seite Sangaboewana I — Telaga verbunden.

Die Beobachtungen waren, mit einer Ausnahme, vom Ingenieur Metzger mit dem 10 zölligen Universal-Instrument Gross P. M. II ausgeführt; nur auf Salak I war, wie schon früher erwähnt, vom Assistenten J. A. Oudemans mit einem 8 zölligen Instrumente gemessen, weshalb diesen Messungen ein kleineres Gewicht beigelegt werden musste.

Wahrscheinlich hat es in der Absicht des Herrn Metzger gelegen, die Verbindung programmässig durch primäre Messungen, (d. h. mit einem 10 zölligen Instrument und auf Heliotrope,) auf Hambalang, Salak und Pangerango zu vervollständigen, doch ist er durch seine Krankheit im Jahre 1875 und seine dadurch gezwungene Rückreise nach Europa daran verhindert worden; die genannten primären Messungen sind aber auch nach meiner Abreise, welche gleichfalls im Jahre 1875 stattfand, nicht ausgeführt worden. Für die Verbindung von Poetri — Salak I mit Telaga — Sangaboewana I müssen also die auf Salak I mit einem schwächeren Instrumente erhaltenen Messungen benutzt werden, wobei aber zu berücksichtigen ist, dass bei diesen doch immer Heliotrope angewandt wurden.

Wie schon gesagt ist, habe ich von hier an die einfachere Gaussische Ausgleichungsmethode angewandt, indem nämlich den bereits stationsweise ausgeglichenen Richtungen einfach gleiche Gewichte gegeben werden. Ebenso werden wir in der Folge die von Hansen empfohlene Vereinfachung einführen, bei jedem Netze die Signale durch Zahlen anzugeben, und so bedeutet im jetzigen Netze

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Salak I, | 5 | Sangaboewana I, |
| 2 | Poetri, | 6 | Pangrango, |
| 3 | Mentjeré, | 7 | Telaga, |
| 4 | Hambalang, | 8 | Dago. |

Ich muss hier noch bemerken, dass ich die Möglichkeit zwar erkannte, z. B. durch Herbeirufung der Beobachtungen auf Endoet und Sangaboewana II, eine stärkere Verbindung mit dem primären Dreiecksnetze zu erhalten, die Zahl der Bedingungsgleichungen erhielt aber dann gleich solch einen Zuwachs, dass ich, um Zeit zu ersparen, eine einfachere Verbindung vorzog.

Die folgenden Richtungen rühren von dem bereits ausgeglichenen ersten Theile des Basisnetzes her:

| 1 | | 2 | | 3 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 298° 56′ 45″,91 | 8 | 0° 0′ 0″,00 + (5) | 2 | 0° 0′ 0″,00 |
| 2 | 0 0 0 ,00 | 1 | 288 5 46 ,57 | 4 | 16 52 26 ,52 + (8) |
| 5 | 45 56 22 ,04 + (1) | 3 | 345 17 8 ,55 | 1 | 65 45 24 ,19 |
| 7 | 116 57 42 ,47 + (2) | | | | |

Ausserdem wurden die folgenden Messungen mit dem 10 zölligen Gross P. M. II vorgefunden, welche in aller Strenge ausgeglichen wurden:

## 2 POETRI.

Beobachter: Metzger. Instrument (10 z.) Gross P. M. II.

| N°. | 1867 | Fern-rohr. | Dago. | Dago. | Sanga-boewana I. | Pang-rango. | Hamba-lang. | Sangaboe-wana II. | Endoet. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0° 0' | 188° 5' | 243° 4 | 251° 49' | 313° 34' | 329° 46' |
| 1 | October 22 | l. u. r. | 0° 0' | 0',00 | | | 19',05 | 29',48 | |
| 2 | « 23 | « | 240 1 | 0 ,00 | | | 17 ,95 | 30 ,82 | |
| 3 | « 22 | « | 120 1 | 0 ,00 | | | 17 ,51 | | |
| 4 | « 23 | « | 30 1 | 0 ,00 | | | 19 ,58 | | |
| 5 | « 27 | « | 150 1 | 0 ,00 | | | 15 ,55 | | |
| 6 | « « | « | 15 0 | 0 ,00 | | | 17 ,52 | | |
| 7 | « « | « | 135 0 | 0 ,00 | | | 15 ,60 | | |
| 8 | « « | « | 255 1 | 0 ,00 | | | 15 ,74 | | |
| 9 | « 26 | « | 120 1 | 0 ,00 | | | | 31 ,32 | |
| 10 | « « | « | 270 1 | 0 ,00 | | | | 29 ,75 | |
| 11 | « « | « | 30 0 | 0 ,00 | | | | 30 ,57 | |
| 12 | « « | « | 150 1 | 0 ,00 | | | | 29 ,62 | |
| 13 | « 26 | « | 150 1 | 0 ,00 | | 51',54 | | | |
| 14 | « 27 | « | 120 1 | 0 ,00 | | 48 ,97 | | | |
| 15 | « « | « | 30 1 | 0 ,00 | | 50 ,75 | | | |
| 16 | « « | « | 270 1 | 0 ,00 | | 50 ,20 | 14 ,44 | | |
| 17 | « « | « | 240 1 | 0 ,00 | 16',10 | 48 ,79 | | | |
| 18 | November 4 | « | 0 0 | 0 ,00 | 15 ,57 | | | | |
| 19 | « « | « | 120 1 | 0 ,00 | 15 ,85 | | | | |
| 20 | « « | « | 240 1 | 0 ,00 | 15 ,46 | | | | |
| 21 | « « | « | 30 1 | 0 ,00 | 17 ,98 | | | | |
| 22 | « « | « | 150 1 | 0 ,00 | 17 ,85 | | | | 26',98 |
| 23 | « « | « | 270 1 | 0 ,00 | | | | | 26 ,18 |
| 24 | « « | « | 0 0 | 0 ,00 | | | | | 24 ,69 |
| 25 | « « | « | 120 1 | 0 ,00 | | | | | 26 ,55 |
| 26 | « « | « | 240 1 | 0 ,00 | | | | | 24 ,79 |
| | | | | | 0° 0' | | | | 141° 41' |
| 27 | « « | « | 98 6 | | 0',00 | | | | 11',51 |
| 28 | « « | « | 218 6 | | 0 ,00 | | | | 10 ,50 |
| | | | | | | 0° 0' | | 72°29' | |
| 29 | October 27 | « | 243 3 | | | 0',00 | | 36',90 | |

### RESULTATE.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 | Dago | 0° | 0' | 0',00 | + (4) |
| 3 | Sangaboewana I | 188 | 5 | 16 ,24 | + (5) |
| 6 | Pangerango | 243 | 4 | 50 ,75 | + (6) |
| 4 | Hambalang | 251 | 49 | 16 ,75 | + (7) |
| | Sangaboewana II | 313 | 34 | 29 ,58 | |
| | Endoet | 329 | 46 | 26 ,07 | |

## 5 SANGABOEWANA I.

Beobachter: Metzger. Instrument: (10 z.) Gross P. M. II.

| N°. | | Fern-rohr. | Poetri. | Poetri. | Boe-rang-rang. | Pa-toeba. | Telaga. | Pang-rango. | Salak I | Hamba-lang. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0° 0' | 187° 4' | 250°58' | 279°41' | 303°12' | 325°56' | 345°39' |
| 1 | 1868 Oct. 24 | l. u. r. | 0° 0' | 0',00 | | 44',79 | | 30',83 | | |
| 2 | « « 24 | « | 120 1 | 0 ,00 | | 43 ,21 | | 32 ,61 | | |
| 3 | « « 25 | « | 30 0 | 0 ,00 | | 43 ,60 | | 33 ,40 | | |
| 4 | « « 25 | « | 150 1 | 0 ,00 | | 43 ,46 | | 34 ,93 | | |
| 5 | « « 25 | « | 270 1 | 0 ,00 | | 43 ,14 | | 33 ,63 | | |
| 6 | « « 25 | « | 240 1 | 0 ,00 | | | | 31 ,03 | | |
| 7 | « « 25 | « | 240 1 | 0 ,00 | | 42 ,83 | | | | |
| 8 | « « 26 | « | 0 0 | 0 ,00 | 7 ,46 | | | | | |
| 9 | « « 26 | « | 120 1 | 0 ,00 | 10 ,19 | | | | | |
| 10 | « « 28 | « | 240 1 | 0 ,00 | 10 ,71 | | | | | |
| 11 | « « 28 | « | 30 1 | 0 ,00 | 12 ,69 | | | | | |
| 12 | « « 28 | « | 150 1 | 0 ,00 | 12 ,60 | | | | | |
| 13 | « « 29 | « | 270 1 | 0 ,00 | 10 ,78 | | | | | |
| 14 | 1873 Mai 29 | « | 14°20', 32°20' | 0 ,00 | | | 30',28 | 31 ,33 | | 58',04 |
| 15 | « « 30 | « | 86 22 ,104 22 | 0 ,00 | | | 28 ,69 | 31 ,06 | | 59 ,38 |
| 16 | « « 29 | « | 50 21 , 68 21 | 0 ,00 | | | | 32 ,33 | | 58 ,48 |
| 17 | « « 30 | « | 122 23 ,140 23 | 0 ,00 | | | | 34 ,99 | | 59 ,94 |
| 18 | « « 30 | « | 158 24 ,176 23 | 0 ,00 | | | | 32 ,36 | | 58 ,73 |
| | | | | | | | 0° 0' | | | |
| 19 | « « 30 | « | 330 2 ,384 03 | | | | 0',00 | | | 29',68 |
| 20 | Juni 1 | « | 60 4 , 78 03 | | | | 0 ,00 | | | 28 ,43 |
| | | | | | | | | | 0° 0' | 21° 45' |
| 21 | « « 3 | « | 338 17 ,356 17 | | | | | | 0',00 | 1',07 |
| 22 | « « 3 | « | 14 18 , 32 18 | | | | | | 0 ,00 | 3 ,76 |
| 23 | « « 3 | « | 50 19 , 68 19 | | | | | | 0 ,00 | 3 ,11 |
| 24 | « « 3 | « | 86 20 ,104 20 | | | | | | 0 ,00 | 0 ,36 |
| 25 | « « 3 | « | 122 21 ,140 21 | | | | | | 0 ,00 | 3 ,83 |

### RESULTATE.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Poetri | 0° | 0' | 0',00 | + | (13) |
| | Boerangrang | 187 | 4 | 10 ,74 | | |
| | Patoeha | 250 | 58 | 43 ,66 | | |
| 7 | Telaga | 279 | 41 | 30 ,03 | + | (9) |
| 6 | Pangrango | 303 | 12 | 32 ,57 | + | (10) |
| 1 | Salak 1 | 325 | 56 | 56 ,30 | + | (11) |
| 4 | Hambalang | 345 | 39 | 58 ,97 | + | (12) |

## 6 PANGRANGO.

Beobachter: Metzger. Instrument: (10 z.) Gross P. M. H. Fernrohr überall links und rechts.

| N°. | | Sangaboewana I. | Sangaboewana I. | Boerangrang. | Patoeha. | Telaga. | Sangaboewana II. | Endoet. | Dago. | Poetri. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0° 0' | 33° 30' | 77° 4' | 130° 8' | 219° 51' | 229° 13' | 260° 25' | 291° 46' |
| 1 | 1867 Nov. 14 | 0° 0' | 0",00 | 28",65 | | | | | | 61",66 |
| 2 | « « 14 | 120 1 | 0 ,00 | 30 ,20 | 39",20 | | | | | 58 ,93 |
| 3 | « « 14 | 240 1 | 0 ,00 | 30 ,00 | 37 ,14 | | | | | 60 ,30 |
| 4 | « « 15 | 30 0 | 0 ,00 | 30 ,67 | 40 ,85 | | | 43",26 | | 60 ,30 |
| 5 | « « 15 | 150 1 | 0 ,00 | 31 ,06 | 42 ,77 | | | 43 ,48 | 22",21 | 61 ,88 |
| 6 | « « 16 | 270 1 | 0 ,00 | | | | | | 19 ,14 | 56 ,45 |
| 7 | « « 16 | 0 0 | 0 ,00 | | | | | | 19 ,99 | |
| 8 | « « 17 | 0 0 | 0 ,00 | | 42 ,05 | 53",60 | | | | |
| 9 | « « 17 | 270 3 | 0 ,00 | 29 ,59 | 43 ,56 | 51 ,85 | | | | |
| 10 | « « 17 | 120 1 | 0 ,00 | | | | | 44 ,82 | 20 ,17 | |
| 11 | « « 17 | 240 1 | 0 ,00 | | | 54 ,98 | | | 20 ,64 | |
| 12 | « « 17 | 30 0 | 0 ,00 | | | 56 ,40 | | | 23 ,52 | |
| 13 | « « 18 | 270 1 | 0 ,00 | | | | 13",56 | 41 ,34 | | |
| 14 | « « 18 | 240 1 | 0 ,00 | | | | 17 ,98 | 46 ,05 | | |
| 15 | « « 18 | 120 0 | 0 ,00 | | | 52 ,70 | 17 ,15 | | | |
| 16 | « « 19 | 150 1 | 0 ,00 | | | 52 ,07 | 16 ,29 | | 20 ,89 | |

### RESULTATE.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 | Sangaboewana I | 0° | 0' | 0",00 + (16) |
| | Boerangrang | 33 | 30 | 30 ,06 |
| | Patoeha | 77 | 4 | 40 ,85 |
| 7 | Telaga | 130 | 8 | 53 ,15 + (17) |
| | Sangaboewana II | 219 | 51 | 16 ,89 |
| | Endoet | 229 | 13 | 43 ,98 |
| 8 | Dago | 260 | 25 | 20 ,78 + (14) |
| 2 | Poetri | 291 | 47 | 0 ,28 + (15) |

## 7 TELAGA.

Beobachter: Metzger. Instrument: (10 z.) Gross P. M. H. Fernrohr überall links und rechts.

| N°. | | Bitoeng. | Bitoeng. | Patat. | Soerangga. | Sangaboewana II. | Salak I. | Pangrango. | Sangaboewana I. | Patocha. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0° 0 | 82° 8' | 107° 58' | 152° 59' | | 214° 58 | | 515° 5' |
| 1 | 1869 Mai 12 | 0° 00' | 0',00 | | 11',65 | | | | | 14',12 |
| 2 | « « 15 | 120 1 | 0 ,00 | | | | | 24',00 | | 15 ,00 |
| 5 | « « 15 | 240 5 | 0 ,00 | | 15 ,44 | | | 25 ,68 | | 15 ,87 |
| 4 | « « 17 | 507 51 | 0 ,00 | 57',57 | 17 ,02 | 19',79 | | 25 ,15 | | 11 ,65 |
| 5 | « « 17 | 0 0 | 0 ,00 | 56 ,91 | | 20 ,85 | | 22 ,84 | | |
| 6 | « « 17 | 240 5 | 0 ,00 | 58 ,60 | | 21 ,87 | | | | |
| 7 | « « 18 | 120 2 | 0 ,00 | 54 ,57 | 15 ,99 | 18 ,27 | | | | |
| 8 | « « 19 | 7 · 55 | 0 ,00 | 57 ,08 | | 18 ,25 | | 20 ,46 | | 15 ,26 |
| 9 | « « 19 | 67 54 | 0 ,00 | 56 ,15 | | 19 ,12 | | 25 ,79 | | 15 ,88 |
| 10 | « « 20 | 50 0 | 0 ,00 | 57 ,55 | | 20 ,62 | | 25 ,94 | | 15 ,48 |
| 11 | « « 21 | 150 1 | 0 ,00 | 55 ,48 | | 17 ,56 | | 21 ,46 | | 14 ,58 |
| 12 | « « 21 | 270 5 | 0 ,00 | 57 ,59 | | 22 ,01 | | 21 ,50 | | 15 ,95 |
| | | | | 0° 0 | 25° 49' | | 95° 46' | | 158° 49 | |
| 15 | « « 25 | 90 2 | | 0',00 | 19',42 | | | | | |
| 14 | « « 25 | 150 5 | | 0 ,00 | 19 ,52 | | | | | |
| 15 | « « 25 | 0 0 | | 0 ,00 | 18 ,65 | | | | | |
| 16 | « « 25 | 120 2 | | 0 ,00 | 20 ,54 | | | | | |
| 17 | « « 25 | 240 5 | | 0 ,00 | 20 ,92 | | | | | |
| 18 | 1875 April 28 | 264° 14',500° 14 | | 0 ,00 | 19 ,24 | | 8',50 | | 55',18 | |
| 19 | « « 28 | 282 15 ,518 15 | | 0 ,00 | 20 ,08 | | 7 ,60 | | 52 ,89 | |
| 20 | « « 28 | 556 16 ,554 16 | | 0 ,00 | 16 ,98 | | 9 ,07 | | 52 ,50 | |
| 21 | « « 29 | 12 17 , 50 17 | | 0 ,00 | 21 ,19 | | 9 ,55 | | 55 ,66 | |
| 22 | « « 29 | 48 18 , 66 17 | | 0 ,00 | 20 ,01 | | 8 ,21 | | 52 ,61 | |

### RESULTATE.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Bitoeng | 0° | 0' | 0',00 | |
| | Patat | 82 | 8 | 56 ,47 | |
| | Soerangga | 107 | 58 | 15 ,65 | |
| | Sangaboewana II | 152 | 59 | 19 ,75 | |
| 1 | Salak I | 177 | 55 | 4 ,89 | + (18) |
| 6 | Pangrango | 214 | 58 | 22 ,85 | + (19) |
| 5 | Sangaboewana I | 240 | 58 | 29 ,65 | + (20) |
| | Patocha | 515 | 5 | 14 ,24 | |

## 8 DAGO.

Beobachter: Metzger. Instrument: (10 z.) Gross P. M. H.

| N°. | | | | Endoet. | | Fernrohr. | Endoet. | Karang. | Gedé. | Nachtsignal. | Poetri. | Hambalang. | Pangrango. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 0° 0' | 58° 24' | 87° 34' | 99° 35' | 239° 44' | 253° 38' | 271° 27' |
| 1 | 1868 | März | 7 | 0° | 0 | l. u. r. | 0',00 | 18',58 | | 64',48 | | | 54',81 |
| 2 | « | « | 7 | 120 | 1 | « | 0 ,00 | 16 ,59 | | 61 ,01 | | | 54 ,46 |
| 3 | « | « | 8 | 240 | 1 | « | 0 ,00 | 18 ,94 | | 61 ,64 | 21',99 | | 52 ,57 |
| 4 | « | « | 8 | 0 | 0 | « | 0 ,00 | | | | 17 ,77 | | |
| 5 | « | « | 9 | 30 | 0 | « | 0 ,00 | 18 ,06 | | | | | |
| 6 | « | « | 9 | 150 | 1 | « | 0 ,00 | 16 ,90 | | | | | |
| 7 | « | « | 9 | 270 | 1 | « | 0 ,00 | 16 ,48 | 15',86 | | | | |
| 8 | « | « | 9 | 120 | 1 | « | 0 ,00 | | | | 19 ,52 | | |
| 9 | « | « | 9 | 30 | 0 | « | 0 ,00 | | | | 20 ,59 | | |
| 10 | « | « | 10 | 30 | 0 | « | 0 ,00 | | 15 ,79 | 58 ,62 | | | 51 ,50 |
| 11 | « | « | 10 | 150 | 1 | « | 0 ,00 | | 15 ,52 | 59 ,75 | 18 ,59 | | 55 ,97 |
| 12 | « | « | 10 | 270 | 1 | « | 0 ,00 | | | 60 ,55 | 19 ,52 | | 52 ,75 |
| 13 | « | « | 10 | 240 | 1 | « | 0 ,00 | | | | | | 52 ,81 |
| 14 | 1871 | April | 21 | 15 | 0 | « | 0 ,00 | 18 ,70 | | 60 ,57 | | | |
| 15 | « | « | 22 | 255 | 1 | « | 0 ,00 | 16 ,71 | 15 ,47 | 57 ,88 | 18 ,70 | | |
| 16 | « | « | 22 | 135 | 1 | « | 0 ,00 | 18 ,88 | 17 ,55 | 58 ,48 | 19 ,50 | | |
| 17 | « | « | 22 | 15 | 0 | « | 0 ,00 | | 19 ,42 | | 21 ,14 | | |
| | | | | | | | | | 0° 0' | | 152° 10' | | |
| 18 | 1868 | März | 8 | 207 | 30 | « | | | 0',00 | | 4',59 | | |
| 19 | « | « | 8 | 327 | 31 | « | | | 0 ,00 | | 5 ,15 | | |
| 20 | « | « | 8 | 87 | 31 | « | | | 0 ,00 | | 4 ,51 | | |
| 21 | « | « | 8 | 87 | 31 | « | | | 0 ,00 | | 5 ,06 | | |
| | | | | | | | | | | 0° 0 | 140° 8' | 154° 2' | |
| 22 | 1871 | März | 28 | 219 | 31 | « | | | | 0 ,00 | 22',85 | | |
| 23 | « | « | 28 | 339 | 33 | « | | | | 0 ,00 | 21 ,50 | | |
| 24 | « | « | 28 | 99 | 32 | « | | | | 0 ,00 | 25 ,50 | | |
| 25 | « | Juni | 10 | 219 | 32 | « | | | | 0 ,00 | 20 ,22 | | |
| 26 | « | « | 10 | 339 | 33 | « | | | | 0 ,00 | 20 ,44 | | |
| 27 | « | « | 10 | 99 | 32 | « | | | | 0 ,00 | 20 ,85 | | |
| 28 | « | März | 29 | 219 | 32 | « | | | | 0 ,00 | 25 ,40 | 55',66 | |
| 29 | « | « | 29 | 255 | 33 | « | | | | 0 ,00 | 21 ,02 | 55 ,88 | |
| 30 | « | « | 29 | 291 | 33 | « | | | | 0 ,00 | 25 ,56 | 55 ,12 | |
| 31 | « | « | 30 | 327 | 33 | « | | | | 0 ,00 | 21 ,55 | 51 ,56 | |
| 32 | « | « | 30 | 3 | 34 | « | | | | 0 ,00 | 19 ,98 | 55 ,85 | |
| | | | | | | | | | | | 0° 0 | 14° 54' | |
| 33 | « | « | 26 | 0 | 0 | « | | | | | 0',00 | 50 ,49 | |
| 34 | « | « | 26 | 120 | 1 | « | | | | | 0 ,00 | 50 ,88 | |
| 35 | « | « | 26 | 240 | 3 | « | | | | | 0 ,00 | 51 ,55 | |

### RESULTATE.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Endoet | 0° | 0 | 0',00 |
| | Karang | 58 | 24 | 17 ,49 |
| | Gedé | 87 | 34 | 16 ,74 |
| | Nachtsignal | 99 | 35 | 59 ,56, siehe Note auf Seite 60. |
| 2 | Poetri | 239 | 44 | 20 ,33 + (21) |
| 4 | Hambalang | 253 | 38 | 33 ,11 + (22) |
| 6 | Pangrango | 271 | 27 | 32 ,96 + (23) |

Der zweite Theil des Basisnetzes giebt nun die folgenden Bedingungsgleichungen:

Dreieck 1 3 7.

$$\begin{aligned}
1 &= 43^\circ\ 56'\ 22'',04 + (1)\\
2 &= 100\ \ 0\ \ 30\ ,33 - (3) + (4) - (5)\\
3 &= 36\ \ 3\ \ 3\ ,50 - (11) + (13)\\
&\phantom{=}\ 179\ \ 59\ \ 55\ ,87\\
180^\circ + \varepsilon &= 180\ \ 0\ \ 3\ ,27
\end{aligned}$$

(I) . . . $0 = -\ 7,40 + (1) - (3) + (4) - (5) - (11) + (13)$

Dreieck 1 3 7.

$$\begin{aligned}
1 &= 72^\circ\ 41'\ 20'',45 - (1) + (2)\\
3 &= 44\ \ 15\ \ 26\ ,43 - (9) + (11)\\
7 &= 63\ \ 3\ \ 24\ ,74 - (18) + (20)\\
&\phantom{=}\ 180\ \ 0\ \ 11\ ,62\\
180^\circ + \varepsilon &= 180\ \ 0\ \ 5\ ,89
\end{aligned}$$

(II) . . . $0 = -\ 5,73 + (1) - (2) + (9) - (11) + (18) - (20)$

Dreieck 2 3 6.

$$\begin{aligned}
2 &= 54^\circ\ 59'\ 54'',51 - (5) + (6)\\
3 &= 56\ \ 47\ \ 27\ ,43 - (10) + (13)\\
6 &= 68\ \ 12\ \ 39\ ,72 - (15) + (16)\\
&\phantom{=}\ 180\ \ 0\ \ 1\ ,66\\
180^\circ + \varepsilon &= 180\ \ 0\ \ 2\ ,89
\end{aligned}$$

(III) . . . $0 = +\ 1,23 + (5) - (6) + (10) - (13) + (15) - (16)$

Dreieck 2 6 8.

$$\begin{aligned}
2 &= 116^\circ\ 55'\ 9'',25 + (4) - (6)\\
6 &= 31\ \ 21\ \ 39\ ,50 - (14) + (15)\\
8 &= 31\ \ 43\ \ 12\ ,43 - (21) + (25)\\
&\phantom{=}\ 180\ \ 0\ \ 1\ ,18\\
180^\circ + \varepsilon &= 180\ \ 0\ \ 2\ ,80
\end{aligned}$$

(IV) . . . $0 = -\ 1,62 + (4) - (6) - (14) + (15) - (21) + (25)$

### Dreieck 5 6 7.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 = | 25° | 51′ | 2′,52 | − | (9) + (10) |
| 6 = | 150 | 8 | 55 ,15 | − | (16) + (17) |
| 7 = | 26 | 20 | 6 ,80 | − | (19) + (20) |
| | 180 | 0 | 2 ,45 | | |
| 180 + ε = | 180 | 0 | 2 ,09 | | |

(V) . . . 0 = − 0 ,56 + (9) − (10) + (16) − (17) + (19) − (20)

### Fünfeck 1 2 5 6 7.

$$\frac{\text{Sin } 215 \, . \, \text{Sin } 526 \, . \, \text{Sin } 567 \, . \, \text{Sin } 175}{\text{Sin } 125 \, . \, \text{Sin } 265 \, . \, \text{Sin } 675 \, . \, \text{Sin } 517} = 1.$$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 215 = | 45° | 56′ | 22′,04 | 9,841 2955.5 | + 21.8 (1) |
| 125 = | 100 | 0 | 50 ,55 | 0,006 6598.2 | + 5.7 { (5) + (4) (5) } |
| 526 = | 54 | 59 | 54 ,51 | 9,915 5269.5 | + 14.7 { (5) + (6) } |
| 265 = | 68 | 12 | 59 ,72 | 0,052 1744.5 | + 8.4 { (15) − (16) } |
| 567 = | 150 | 8 | 55 ,15 | 9,885 5095.6 | + 17.7 { (16) (17) } |
| 675 = | 26 | 20 | 6 ,80 | 0,552 9867.0 | + 42.5 { (19) (20) } |
| 175 = | 65 | 5 | 24 ,74 | 9,950 1002.7 | + 10.7 { (20) − (18) } |
| 517 = | 72 | 41 | 20 ,45 | 0,020 1514.2 | + 6.6 { (1) − (2) } |
| | | | | 9,999 9846.8 | |

(VI) . . . . − 1552 + 284 (1) − 66 (2) − 57 (5) + 57 (4) − 184 (5) + 147 (6) + 84 (15) . . .
+ 95 (16) − 177 (17) − 107 (18) + 425 (19) − 518 (20) = 0

### Fünfeck 2 4 5 6 8.

$$\frac{\text{Sin } 245 \, . \, \text{Sin } 256 \, . \, \text{Sin } 268 \, . \, \text{Sin } 284}{\text{Sin } 254 \, . \, \text{Sin } 265 \, . \, \text{Sin } 286 \, . \, \text{Sin } 248} = 1.$$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 245 = | 101° | 55′ | 59′,57 | 9,990 5117.8 | + 4.4 { (7) (5) + (15) − (12) } |
| 254 = | 14 | 20 | 4 ,05 | 0,606 5065.4 | + 82.4 { (12) (15) } |
| 256 = | 56 | 47 | 27 ,45 | 9,922 5582.5 | + 15.8 { (15) (10) } |
| 265 = | 68 | 12 | 59 ,72 | 0,052 1744.5 | + 8.4 { (15) (16) } |
| 268 = | 51 | 21 | 59 ,50 | 9,716 5607.7 | + 54.6 { (15) (14) } |
| 286 = | 51 | 45 | 12 ,45 | 0,279 2059.2 | − 54.1 { (21) (25) } |
| 284 = | 15 | 54 | 52 ,58 | 9,580 9008.5 | − 85.0 { (22) (21) } |
| 248 = | 57 | 54 | 44 ,99 | 0,071 9947.1 | + 15.2 { (4) (7) + (22) − (21) } |
| | | | | 0,000 0110.0 | |

(VII) . . . . 1100 + 152 (4) − 44 (5) − 88 (7) − 158 (10) + 780 (12) − 642 (15) . . .
− 546 (14) + 450 (15) − 84 (16) − 641 (21) + 982 (22) − 541 (25) = 0

### Fünfeck 1 2 3 4 5.

$$\frac{\text{Sin} \,.\, 245 \,.\, \text{Sin}\ 251 \,.\, \text{Sin} \,.\, 213 \,.\, \text{Sin}\ 234}{\text{Sin} \,.\, 254 \,.\, \text{Sin}\ 215 \,.\, \text{Sin} \,.\, 231 \,.\, \text{Sin}\ 243} = 1.$$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 245 | = 101° | 55′ | 59″,57 | 9,990 5117.8 | + 4.4 { (7) − (3) + (13) − (12) } |
| 254 | = 14 | 20 | 1 ,05 | 0,606 5065.4 | + 82.4 { (12) − (13) } |
| 251 | = 56 | 5 | 5 ,50 | 9,769 7499.5 | + 29.0 { (13) − (11) } |
| 215 | = 44 | 56 | 22 ,04 | 0,158 7044.5 | − 21.8 { ( 1) |
| 213 | = 61 | 5 | 16 ,09 | 9,942 0478.6 | |
| 231 | = 65 | 45 | 24 ,19 | 0,047 2440.4 | |
| 234 | = 16 | 52 | 26 ,52 | 9,462 7999.5 | + 69.4 (8) |
| 243 | = 71 | 59 | 42 ,48 | 0,022 6549.6 | + 7.0 { (4) − (3) + (8) − (7) } |
| | | | | 9,999 9995.0 | |

(VIII) . . . − 70 − 218 (1) − 70 (3) + 70 (4) − 44 (5) − 26 (7) + 764 (8) − . . .
− 290 (11) + 780 (12) − 490 (13) = 0.

Darstellung der Correctionen (1), (2), (3) . . . durch die Factoren I, II, III, . . . . .

(1) = 9 I + 9 II + 2556 VI − 1962 VIII (Gewicht von (1) = $\frac{1}{9}$)
(2) = − 5 II − 198 VI (Gewicht von (2) = $\frac{1}{3}$)
(3) = − I − 57 VI − 70 VIII
(4) = + I + IV + 57 VI + 152 VII + 70 VIII
(5) = − I + III − 184 VI − 44 VII − 44 VIII
(6) = − III − IV + 147 VI
(7) = − 88 VII − 26 VIII
(8) = 764 VIII
(9) = + II + V
(10) = + III − V − 158 VII
(11) = − I − II − 290 VIII
(12) = 780 VII + 780 VIII
(13) = + I − III − 642 VII − 490 VIII
(14) = − IV − 546 VII
(15) = + III + IV + 84 VI + 450 VII
(16) = − III + V + 95 VI − 84 VII
(17) = − V − 177 VI
(18) = + II − 107 VI
(19) = + V + 425 VI
(20) = − II − V − 528 VI
(21) = − IV − 641 VII
(22) = + 982 VII
(23) = + IV − 541 VII

Bevor wir nun die Normal- und Endgleichungen mittheilen, bemerken wir dass wir, ebenso wie bei dem ersten Theile des Netzes, den mittleren Fehler des Logarithmus der Seite Sangaboewana I — Telaga in der Voraussetzung abgeleitet haben, die Seite Poetri-Salak sei bekannt, oder mit anderen Worten, wir haben den mittleren Fehler des Log. des Verhältnisses

$$\frac{\text{Sin } 5\ 7}{\text{Sin } 1\ 2}$$

bestimmt und werden also die Zahlen mittheilen, welche sich auf diese Bestimmung beziehen.

Es ist

$$\frac{\text{Sin } 5\ 7}{\text{Sin } 1\ 2} = \frac{\text{Sin } 2\,1\,5 \ .\ \text{Sin } 6\,2\,5 \ .\ \text{Sin } 5\,6\,7}{\text{Sin } 1\,5\,2 \ .\ \text{Sin } 2\,6\,5 \ .\ \text{Sin } 6\,7\,5},$$

also

$$\text{Log.}\ \frac{\text{Sin } 5\ 7}{\text{Sin } 1\ 2} = \text{Vorläufiger Werth} + 21{,}8\ (1) - 14{,}7\ (5) + 14{,}7\ (6)$$
$$+ 29{,}0\ (11) - 29{,}0\ (13) + 8{,}4\ (15) + 9{,}5\ (16) - 17{,}7\ (17)$$
$$+ 42{,}5\ (19) - 42{,}5\ (20)\ \text{Einheiten der } 7^{\text{ten}}\ \text{Decimalstelle.}$$

Wir haben jetzt

$$
\begin{array}{lll}
l_1 = + 21{,}8 & q_1 = 9 l_1 & l_1\, q_1 = 4\,275 \\
l_5 = - 14{,}7 & q_5 = 3 l_5 & l_5\, q_5 = 648 \\
l_6 = + 14{,}7 = q_6 & & l_6\, q_6 = 216 \\
l_{11} = + 29{,}0 = q_{11} & & l_{11}\, q_{11} = 841 \\
l_{13} = - 29{,}0 = q_{13} & & l_{13}\, q_{13} = 841 \\
l_{15} = + 8{,}4 = q_{15} & & l_{15}\, q_{15} = 71 \\
l_{16} = + 9{,}5 = q_{16} & & l_{16}\, q_{16} = 86 \\
l_{17} = - 17{,}7 = q_{17} & & l_{17}\, q_{17} = 1\,806 \\
l_{19} = + 42{,}5 = q_{19} & & l_{19}\, q_{19} = 1\,806 \\
l_{20} = - 42{,}5 = q_{20} & & l_{20}\, q_{20} = 515 \\
 & & \text{Summe: } (l\, q) = 10\,905
\end{array}
$$

Weiter lehrt die Substitution, dass der Zusatz zum vorläufigen Werth, 21,8 (1) − 14,7 (5) + . . . , auch folgendermassen ausgedrückt werden kann:

$$152{,}9\ \text{I} + 209{,}7\ \text{II} - 1{,}5\ \text{III} - 6{,}5\ \text{IV} + 112{,}0\ \text{V} + 97292{,}4\ \text{VI}$$
$$+ 22095{,}6\ \text{VII} - 56524{,}8\ \text{VIII}.$$

Dieser Ausdruck $+ 10905\ \lambda = 0$ bildet die supplementäre Normalgleichung, von welcher im vorigen Paragraph die Rede war. Wir haben also die folgenden

## NORMALGLEICHUNGEN.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | λ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 7,40 = | + 14 | + 10 | 2 | + 1 | | + 2814 | − 466 | 1978 | + 152,9 |
| − 5,75 = | | + 16 | — | — | + 2 | + 2975 | — | − 1672 | + 209,7 |
| 1,25 = | | | + 16 | + 2 | − 2 | − 540 | + 974 | + 446 | − 1,5 |
| 1,62 = | | | | + 6 | | 26 | + 1208 | + 70 | − 6,5 |
| − 0,56 = | | | | | + 6 | + 1025 | + 54 | | + 112,0 |
| − 1552 = | | | | | | + 1145867 | + 41288 | 545952 | + 97292 |
| 1100 = | | | | | | | + 2869870 | + 956444 | + 220096 |
| + 70 = | | | | | | | | + 1956424 | − 56525 |
| 0 = | | | | | | | | | + 109005 |

## ENDGLEICHUNGEN.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | λ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 7,40 = | + 14 | + 10 | − 2 | + 1 | — | + 2 814 | 466 | 1978 | + 152,9 |
| + 0,4445 = | | + 8,8572 | + 1,42887 | − 0,71429 | + 2 | + 965 | − 552,86 | − 259,15 | + 100,5 |
| 0,2446 = | | | + 5,4859 | + 2,2581 | 2,5226 | − 95,645 | + 855,74 | + 205,222 | − 4,5 |
| + 1,2279 = | | | | + 4,9412 | + 1,1177 | − 110,619 | + 916,587 | + 105,885 | − 10,9 |
| 0,1221 = | | | | | + 4,5119 | + 790,461 | + 155,094 | + 121,480 | + 95,6 |
| + 42,9 = | | | | | | + 524141 | + 109589 | − 154522 | + 58279 |
| 1070,78 = | | | | | | | + 2497888 | + 870598 | + 8955 |
| + 1505,61 = | | | | | | | | + 1296876 | − 1580 |
| | | | | | | | | | + 1479 |

Die Auflösung dieser Gleichungen giebt die Correlaten wie folgt:

| | | Log . . . |
|---|---|---|
| I | = + 0,32846 | 9,51648 |
| II | = + 0,13260 | 9,12254 |
| III | = − 0,21044 | 9,52515n |
| IV | = + 0,44329 | 9,64669 |
| V | = − 0,19946 | 9,29986n |
| VI | = + 0,00089 54 | 6,95202 |
| VII | = − 0,00083 32 | 6,92075n |
| VIII | = + 0,00116 095 | 7,06481 |

$$\text{Gewicht des Log.}\ \frac{\text{Sin}\ 3\ 7}{\text{Sin}\ 1\ 2} = \frac{1}{1479}\ .$$

Weiter durch Substitution:

| | | |
|---|---|---|
| (1) = + 4″,161 (Gew. $\frac{1}{9}$) | (9) = − 0″,067 | (17) = + 0″,041 |
| (2) = − 0 ,574 (Gew. $\frac{1}{3}$) | (10) = + 0 ,104 | (18) = + 0 ,037 |
| (3) = − 0 ,445 | (11) = − 0 ,798 | (19) = + 0 ,181 |
| (4) = + 0 ,776 | (12) = + 0 ,256 | (20) = − 0 ,227 |
| (5) = − 0 ,719 | (13) = + 0 ,505 | (21) = + 0 ,091 |
| (6) = − 0 ,101 | (14) = − 0 ,155 | (22) = − 0 ,818 |
| (7) = + 0 ,045 | (15) = − 0 ,050 | (23) = + 0 ,727 |
| (8) = + 0 ,887 | (16) = + 0 ,164 | |

$$[p\varepsilon^2] = 8\ \mu^2 = 6{,}47$$

$$\mu^2 = 0{,}81$$
$$\mu = \pm\ 0'',90$$

Dieses $\mu$ bezieht sich nun auf jede Richtung, an etwa 6 verschiedenen Randtheilen doppelt, d. h. bei Fernrohr rechts und links, gemessen. Der mittlere Fehler des Log. $\frac{\text{Sin } 5\ 7}{\text{Sin } 1\ 2}$ ist also

$$= \pm\ 0{,}90 \sqrt{1479} = \pm\ 38{,}46 \times 0{,}90 = 34{,}6 \text{ Einheiten der siebenten Decimalstelle.}$$

## TAFEL DER ADDITAMENTE.

Bei der Berechnung dieses zweiten Theiles des Basisnetzes haben wir angefangen, die schon von Delambre im Jahre 1809 (Base du système Métrique II, S. 691) befolgte Methode zu benutzen, statt mit den Logarithmen der Entfernungen, mit den Logarithmen ihrer Sinus zu rechnen. Bei jedem Dreiecke braucht dann nicht vorher von jedem Winkel das Drittel des sphärischen Ueberschusses abgezogen zu werden. Man arbeitet das ganze Netz mit diesen Sinus durch, und erst am Ende fügt man die «Additamente" (Log Seite — Log. Sinus Seite) hinzu, und die diesem Logarithmus gehörende Zahl giebt die Länge der Seite selbst in Metern an.

Die Insel Java hat eine mittlere Breite van 7° 20′, für welche nach den Bessel'schen Dimensionen des Erdsphäroids, der Logarithmus des mittleren Krümmungshalbmessers in Metern = 6,8032365 ist. Das Additament giebt in Einheiten der siebenten Decimalstelle, Log. $x$ — Log. Sin $x$; wird $x$ gleichfalls in Metern ausgedrückt, so ist Log. Additament = 2 Log $x$ + 2,25316 — 10.

Wir theilen hier die benutzte Additamententafel mit. Sie giebt, mit Log. Seite als Argument, das Additament; die ersten 15 Argumente sind so genommen, dass das Additament 0,1 bis 1,5 beträgt; weiter aber behält das letzte den Bruch 0,5, wodurch der Vortheil entsteht, dass man gleich sehen kann, welche ganze Zahl man für das Additament nehmen muss. Ist z. B. der Log. Seite = 4,6861, so liegt das Additament zwischen 41,5 und 42,5, ist also rund 42.

## TAFEL DER ADDITAMENTE IN EINHEITEN DER 7[TEN] DECIMALSTELLE.

| Log. Seite. | Additament. | Log. Seite. | Additament. | Log. Seite. | Additament. | Log. Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3,373 | 0,1 | 4,5931 | 27,5 | 4,7881 | 67,5 | 4,8891 | 107,5 |
| ,524 | 0,2 | ,6008 | 28,5 | ,7913 | 68,5 | ,8911 | 108,5 |
| ,612 | 0,3 | ,6083 | 29,5 | ,7944 | 69,5 | ,8931 | 109,5 |
| ,674 | 0,4 | ,6156 | 30,5 | ,7975 | 70,5 | ,8951 | 110,5 |
| ,725 | 0,5 | ,6226 | 31,5 | ,8006 | 71,5 | ,8971 | 111,5 |
| 3,762 | 0,6 | 4,6294 | 32,5 | 4,8036 | 72,5 | 4,8990 | 112,5 |
| ,796 | 0,7 | ,6359 | 33,5 | ,8066 | 73,5 | ,9009 | 113,5 |
| ,825 | 0,8 | ,6423 | 34,5 | ,8095 | 74,5 | ,9028 | 114,5 |
| ,851 | 0,9 | ,6485 | 35,5 | ,8124 | 75,5 | ,9047 | 115,5 |
| ,873 | 1,0 | ,6546 | 36,5 | ,8153 | 76,5 | ,9066 | 116,5 |
| 3,894 | 1,1 | 4,6604 | 37,5 | 4,8181 | 77,5 | 4,9084 | 117,5 |
| ,913 | 1,2 | ,6662 | 38,5 | ,8208 | 78,5 | ,9103 | 118,5 |
| ,930 | 1,3 | ,6717 | 39,5 | ,8236 | 79,5 | ,9121 | 119,5 |
| ,946 | 1,4 | ,6772 | 40,5 | ,8263 | 80,5 | ,9139 | 120,5 |
| 3,9613 | 1,5 | ,6824 | 41,5 | ,8290 | 81,5 | ,9157 | 121,5 |
| 4,0724 | 2,5 | 4,6876 | 42,5 | 4,8316 | 82,5 | 4,9175 | 122,5 |
| ,1433 | 3,5 | ,6927 | 43,5 | ,8343 | 83,5 | ,9193 | 123,5 |
| ,2000 | 4,5 | ,6976 | 44,5 | ,8368 | 84,5 | ,9210 | 124,5 |
| ,2436 | 5,5 | ,7024 | 45,5 | ,8394 | 85,5 | ,9227 | 125,5 |
| ,2799 | 6,5 | ,7072 | 46,5 | ,8419 | 86,5 | ,9245 | 126,5 |
| 4,3110 | 7,5 | 4,7118 | 47,5 | 4,8444 | 87,5 | 4,9262 | 127,5 |
| ,3381 | 8,5 | ,7163 | 48,5 | ,8469 | 88,5 | ,9279 | 128,5 |
| ,3625 | 9,5 | ,7207 | 49,5 | ,8493 | 89,5 | ,9296 | 129,5 |
| ,3840 | 10,5 | ,7251 | 50,5 | ,8517 | 90,5 | ,9312 | 130,5 |
| ,4038 | 11,5 | ,7293 | 51,5 | ,8541 | 91,5 | ,9328 | 131,5 |
| 4,4219 | 12,5 | 4,7335 | 52,5 | 4,8565 | 92,5 | 4,9345 | 132,5 |
| ,4386 | 13,5 | ,7376 | 53,5 | ,8588 | 93,5 | ,9362 | 133,5 |
| ,4541 | 14,5 | ,7416 | 54,5 | ,8611 | 94,5 | ,9378 | 134,5 |
| ,4686 | 15,5 | ,7456 | 55,5 | ,8634 | 95,5 | ,9394 | 135,5 |
| ,4822 | 16,5 | ,7494 | 56,5 | ,8657 | 96,5 | ,9410 | 136,5 |
| 4,4949 | 17,5 | 4,7533 | 57,5 | 4,8679 | 97,5 | 4,9426 | 137,5 |
| ,5070 | 18,5 | ,7570 | 58,5 | ,8701 | 98,5 | ,9441 | 138,5 |
| ,5184 | 19,5 | ,7607 | 59,5 | ,8723 | 99,5 | ,9457 | 139,5 |
| ,5295 | 20,5 | ,7643 | 60,5 | ,8745 | 100,5 | ,9473 | 140,5 |
| ,5396 | 21,5 | ,7679 | 61,5 | ,8767 | 101,5 | ,9488 | 141,5 |
| 4,5493 | 22,5 | 4,7714 | 62,5 | 4,8788 | 102,5 | 4,9503 | 142,5 |
| ,5590 | 23,5 | ,7748 | 63,5 | ,8809 | 103,5 | ,9518 | 143,5 |
| ,5680 | 24,5 | ,7782 | 64,5 | ,8830 | 104,5 | ,9534 | 144,5 |
| ,5767 | 25,5 | ,7815 | 65,5 | ,8850 | 105,5 | ,9549 | 145,5 |
| ,5850 | 26,5 | ,7848 | 66,5 | ,8871 | 106,5 | ,9563 | 146,5 |

| Log. Seite. | Addi-tament. | Log. Seite. | Addi-tament. | Log. Seite. | Addi-tament. | Log. Seite. | Addi-tament. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,9578 | 147,5 | 4,9788 | 162,5 | 4,9980 | 177,5 | 5,0156 | 192,5 |
| ,9593 | 148,5 | ,9802 | 163,5 | ,9992 | 178,5 | ,0168 | 193,5 |
| ,9607 | 149,5 | ,9815 | 164,5 | 5,0005 | 179,5 | ,0179 | 194,5 |
| ,9622 | 150,5 | ,9828 | 165,5 | ,0017 | 180,5 | ,0190 | 195,5 |
| ,9636 | 151,5 | ,9841 | 166,5 | ,0029 | 181,5 | ,0201 | 196,5 |
| 4,9651 | 152,5 | 4,9854 | 167,5 | 5,0041 | 182,5 | 5,0212 | 197,5 |
| ,9665 | 153,5 | ,9867 | 168,5 | ,0052 | 183,5 | ,0223 | 198,5 |
| ,9679 | 154,5 | ,9880 | 169,5 | ,0064 | 184,5 | ,0234 | 199,5 |
| ,9693 | 155,5 | ,9893 | 170,5 | ,0076 | 185,5 | ,0245 | 200,5 |
| ,9707 | 156,5 | ,9906 | 171,5 | ,0088 | 186,5 | ,0256 | 201,5 |
| 4,9721 | 157,5 | 4,9918 | 172,5 | 5,0099 | 187,5 | 5,0266 | 202,5 |
| ,9734 | 158,5 | ,9931 | 173,5 | ,0111 | 188,5 | ,0277 | 203,5 |
| ,9748 | 159,5 | ,9943 | 174,5 | ,0122 | 189,5 | ,0288 | 204,5 |
| ,9762 | 160,5 | ,9956 | 175,5 | ,0134 | 190,5 | ,0298 | 205,5 |
| ,9775 | 161,5 | ,9968 | 176,5 | ,0145 | 191,5 | ,0309 | 206,5 |

## § 9. Ausgeglichene Richtungen, und Log. Sin. der Dreiecksseiten.

(Die Richtungen nach den cursiv gedruckten Punkten sind abgeleitet.)

| | Punkt. | Richtung. | | | Log. Sin. Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **1 Salak 1.** | | | | |
| 2 | Poetri | 0° | 0′ | 0″,000 | 4,521 1995.5 | 19.75 |
| 4 | *Hambalang* | 15 | 5 | 6 ,407 | 4,415 1570.9 | 12.0 |
| 5 | Sangaboewana 1 | 45 | 56 | 26 ,201 | 4,744 7852.6 | 55.5 |
| 6 | *Pangrango* | 71 | 40 | 4 ,307 | 4,419 7085.3 | 12.4 |
| 7 | Telaga | 116 | 37 | 41 ,896 | 4,658 4659.1 | 55.9 |
| 3 | Mentjeré | 298 | 56 | 45 ,910 | 4,482 8099.8 | 16.5 |
| | | **2 Poetri.** | | | | |
| 8 | Dago | 0 | 0 | 0 ,000 | 4,543 0465.7 | 21.8 |
| 1 | Salak 1 | 288 | 5 | 47 ,013 | 4,521 1995.5 | 19.75 |
| 3 | Mentjeré | 345 | 17 | 8 ,995 | 4,510 4914.3 | 18.8 |
| 5 | Sangaboewana 1 | 188 | 5 | 14 ,745 | 4,592 7504.2 | 27.5 |
| 6 | Pangrango | 243 | 4 | 49 ,875 | 4,547 4854.7 | 22.5 |
| 4 | Hambalang | 251 | 49 | 15 ,997 | 5,995 9539.5 | 1.75 |

### 3 Mentjeré.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Poetri | 0° | 0′ | 0″,000 | 4,510 4914.5 | 18.8 |
| 4 | Hambalang | 16 | 52 | 27 ,407 | 4,532 9859.0 | 20.9 |
| 1 | Salak 1 | 63 | 45 | 24 ,186 | 4,482 8099.8 | 16.5 |

### 4 *Hambalang.*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | *Poetri* | 0 | 0 | 0 ,000 | 3,995 9559.5 | 1.75 |
| 5 | *Sangaboewana 1* | 101 | 55 | 58 ,559 | 4,554 9080.0 | 25.1 |
| 6 | *Pangrango* | 167 | 52 | 43 ,520 | 4,407 0557.1 | 11.7 |
| 1 | *Salak 1* | 229 | 21 | 36 ,951 | 4,415 1570.9 | 12.0 |
| 3 | *Mentjeré* | 288 | 20 | 19 ,583 | 4,532 9859.0 | 20.9 |
| 8 | *Dago* | 302 | 3 | 14 ,854 | 4,592 8045.1 | 27.5 |

### 5 Sangaboewana 1.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Poetri | 0 | 0 | 0 ,000 | 4,592 7504.2 | 27.5 |
| 7 | Telaga | 279 | 41 | 29 ,478 | 4,774 5507.7 | 65.4 |
| 6 | Pangrango | 303 | 12 | 32 ,169 | 4,558 2525.4 | 21.4 |
| 1 | Salak 1 | 325 | 56 | 55 ,197 | 4,744 7852.6 | 55.5 |
| 4 | Hambalang | 345 | 39 | 58 ,721 | 4,554 9080.0 | 25.1 |

### 6 Pangrango.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Sangaboewana 1 | 0 | 0 | 0 ,000 | 4,558 2525.4 | 21.4 |
| 7 | Telaga | 150 | 8 | 53 ,007 | 4,492 2441.1 | 17.5 |
| 1 | Salak 1 | 228 | 27 | 59 ,599 | 4,419 7085.5 | 12.4 |
| 8 | Dago | 260 | 25 | 20 ,461 | 4,776 8766.1 | 64.1 |
| 4 | Hambalang | 288 | 24 | 9 ,568 | 4,407 0557.1 | 11.7 |
| 2 | Poetri | 291 | 47 | 0 ,066 | 4,547 4854.7 | 22.5 |

### 7 Telaga.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (Bitoeng | 0 | 0 | 0 ,000) | | |
| 1. | Salak 1 | 177 | 55 | 4 ,927 | 4,658 4659.1 | 55.9 |
| 6 | Pangrango | 214 | 53 | 25 ,011 | 4,492 2441.1 | 17.5 |
| 5 | Sangaboewana | 240 | 58 | 29 ,405 | 4,774 5507.7 | 65.4 |

### 8 Dago.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (Endoet * | 0 | 0 | 0 ,000) | | |
| 2 | Poetri | 239 | 44 | 20 ,621 | 4,545 0465.7 | 21.8 |
| 4 | Hambalang | 255 | 58 | 52 ,292 | 4,592 8045.1 | 27.5 |
| 6 | Pangrango | 271 | 27 | 55 ,687 | 4,776 8766.1 | 64.1 |

* Note (s. Seite 51.) Behufs Ausführung der Azimuthbestimmungen wurde als Nachtsignal jedesmal eine Lampe benutzt, welche in der Nische eines, in der Entfernung von einigen Hundert Metern vom Beobachtungspfeiler errichteten zweiten Pfeilers angebracht war. Das Licht dieser Lampe fiel durch ein kleines Loch, welches in einer an der Seite des Beobachters eingemauerten Blechplatte gebohrt war, und dessen Centrum sich in der Mittellinie eines weissen vertikalen Streifens, mit welchem die Blechplatte angestrichen war, befand, und auf welchen über Tag, bei den horizontalen Winkelmessungen, das Fernrohr gerichtet wurde.

## § 10. Die Basismessung bei Logantong, (Residentschaft Samarang).

### WAHL DES TERRAINS.

Die Wahl eines für die Basismessung geeigneten Terrains in Mittel-Java bereitete keine besondere Schwierigkeiten. Mit Rücksicht auf die Verbindung der Basis mit dem primären Netze erschien jener Theil des Feldweges, der sich zwischen den Kampongs (Dörfern) Logantong und Penoenggalan befindet, am geeignetsten.* Hier war die Möglichkeit vorhanden, eine Basis von 4000 Metern in einer Richtung zu messen, ohne die Nothwendigkeit, sich viel von der Axe des Weges zu entfernen, was deshalb als ein Vortheil anzusehen war, weil die Ränder der Feldwege überhaupt weniger gehärtet sind, als der mittlere Theil. Der Weg, der im östlichen Theile der Abtheilung Demak der Residentschaft Samarang liegt, hat eine Breite von 6 bis 7 Metern, war gut unterhalten und mit Korallenblöcken beschottert.

Dieses Material hatte aber auch oft seine grossen Nachtheile. Bei dem geringsten Winde belelligte der aufgewehte, sehr leichte und feine Staub die Augen und das Instrument, während das grelle Licht, wie die grosse Wärme, an der Oberfläche des Weges sehr hinderlich war. Der Weg vor dem Apparate wurde wiederholt im Laufe des Tages mit Wasser begossen, aber meistens war diese Massregel nicht hinreichend, da auch von den herumliegenden Feldern viel Staub aufwirbelte. Bei herannahenden Staubwolken mussten die Klappen der Hütten geschlossen werden, und zuweilen waren selbst die Windstösse so heftig, dass die Hütten entweder mittelst Seile befestigt oder mit den Händen festgehalten werden mussten. Dennoch sind, Dank den genommenen Vorsichtsmassregeln, keine Unglücksfälle mit dem Apparate während der ganzen Messung vorgekommen und nur einzelne Male musste die Arbeit während einiger Minuten unterbrochen werden.

Der lebhafte Verkehr auf dem Wege, besonders an Pasar- d. h. Markttagen, verursachte öfters Aufenthalt beim Richten der Messstangen; sogar schwer beladene Karren (Grobaks) mussten dann und wann passiren. Die Ablesungen wurden dann selbstverständlich unterbrochen, gaben aber nachher in den meisten Fällen an, der Apparat sei nach den erlittenen Erschütterungen zu seinem vorigen Zustande zurückgekehrt und Verschiebungen seien nicht vorgekommen.

### SICHERUNG DER ENDPUNKTE DER BASIS.

Im Anfange wurde die Richtung der Basis durch zwei gemauerte Pfeiler angegeben, welche um einige Meter jenseits der Endpunkte errichtet waren. Zu Logantong wurde zeitig das Fundament für den Endpfeiler gebaut, wie auch ein Trachytblock unter der Axe dieses Pfeilers in den Boden eingemauert, welches die Glaskugel** eingegossen enthielt, welche als Endpunkt der Basis dienen sollte, (2te Abth., S. 16 und Fig. 46). Nur an dieser Seite war es erforderlich den Weg ein wenig zu verlegen.

Die Form und Dimensionen der Pfeiler an den Endpunkten der Basis sind denjenigen des Pfeilers I der Basis bei Simplak, (2te Abth., Tafel V) ganz und gar ähnlich.

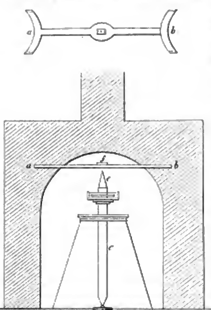
* Man sehe den beigefügten Plan.

** Von den Herren Repsold waren dem Basis-Mess-Apparate nur zwei kupferne Cylinder mit bergkrystallenen Halbkugeln mitgegeben; diese waren aber bereits bei der Basis von Simplak benutzt worden.

Zu Penoenggalan wurde das Fundament für Pfeiler und Trachytblock erst zu einer Zeit gelegt, als die Messung bis auf etwa 500 Meter vom Endpunkte vollendet war. Mit einer Messfeder wurde der überschiessende Theil der Basis so genau wie möglich gemessen, und so der Ort bestimmt, wo die End-Glaskugel kommen sollte. Auf diese Weise wurde es ermöglicht mit dem Basis-Apparate selbst genau bis zum Endpunkt zu messen.

In einer von dem verstorbenen Ingenieur C. Woldringh an mich gerichteten Note kommt über die Sicherung des Endpunktes Logantong das Folgende vor:

»Sobald der Endpunkt nicht mehr nöthig sein wird, muss die Glaskugel zugemauert werden. Ich habe aber das folgende Mittel bedacht, damit der Endpunkt nachher leicht wieder gefunden werden kann. Ich habe eine Stange $a\ b$ anfertigen lassen, welche im Fundamente mittelst der Anker $a$ und $b$ fest eingemauert werden kann. In der Mitte dieser Stange ist eine der von Repsold mit dem Basis-Apparat gelieferten, vergoldeten Platten, mit der Inschrift «Triangulation", mittels Schrauben befestigt. Nun wird der Absetzcylinder $c$ auf die Glaskugel $d$ gesetzt; oben wird der Kegel $e$, (1^e Abth., Tafel I, fig. 15) aufgeschraubt, und die Stange wird so eingemauert, dass das kleine Loch $f$ in der Mitte der Platte gerade über die Spitze des vertikal gestellten Cylinders kommt."




Ob dieses Mittel wirklich angewandt worden ist, darüber giebt das Archiv keine Auskunft.

## DER BASIS-APPARAT UND DIE BENUTZTEN MITTEL ZUM RICHTEN UND ZUM BESCHÜTZEN DESSELBEN.

Der Apparat war derselbe, mit welchem die Basis zu Simplak gemessen wurde. In der ersten Hälfte des Jahres 1875 wurde der Apparat nach dem Basis-Terrain in Demak hinübergeführt und dort in einer Scheune geborgen.

Obwohl das Instrument zu Batavia mit aller Sorgfalt verpackt worden war und der Transport unter guter Aufsicht stattfand, ergab sich doch dass die eingetheilten Glasscheiben der langen Messstangen beschädigt waren. Durch die Erschütterungen bei dem Transporte müssen sie, ungeachtet die Rollen $b$ (1^e Abth. Fig. 22) es zu verhindern bestimmt waren, gegen einander gestossen haben, so dass sie an der Unterseite abgescheuert worden wären, was aber an der Lage der Glasscheiben in den Stangen keine Aenderung verursachen konnte. Da bei durchfallendem Lichte abgelesen werden musste, so war diese Abscheuerung sehr hinderlich. Die bei der vorigen Basismessung benutzte Beleuchtung durch Tageslicht ergab sich jetzt als ungenügend und es musste Sonnen- d. h. Heliotropenlicht angewandt werden. Auch ein Versuch, Lampenlicht anzuwenden, gab keine befriegende Resultate, so dass die Basismessung vom Sonnenschein abhängig wurde, was dann und wann Aufenthalt verursachte.

Bei der Messung der ersten Basis hatte sich das Bedürfniss nach einem zweiten Paare Absetz-Mantel und Absetz-Platten (1^e Abth., S. 12) fühlbar gemacht, so dass deren noch zwei bei den Herren Repsold bestellt worden waren. Eine dieser letzten war bei Ankunft auf dem Basis-Terrain in Demak defect, die andere wurde nebst derjenigen, welche schon bei Simplak gedient hatte, in Gebrauch genommen.

Die Einrichtung dieser neuen Absetz-Vorrichtung ist einigermassen von der alten verschieden. Während bei der letzten, mittels Schrauben, zwei rechtwinklig auf einander gestellte Schlitten in Bewegung kommen, wodurch der Absetz-Cylinder unter das Mikroskop gebracht wurde, und die Bewegung der Absetz-Kugel $a$, (1^e Abth., Fig. 10), durch die oben aus dem Mantel hervorragenden Stangen $f$ dirigirt wurde, hat die neue Absetz-Platte nur eine Scheibe, welche durch Schrauben in zwei Richtun-

gen rechtwinklig gegen einander verschoben, und überdies um ihre eigene Achse herumgedreht werden kann. Diese Verschiebung erfordert also eine zweite Person, die durch zwei Oeffnungen im Mantel, welche durch Klappen geschlossen werden können, die Bewegung der Scheibe reguliren muss.

Der Zweck dieser veränderten Vorrichtung, welche der früher beschriebenen an Bequemlichkeit nachsteht, ist den Ingenieuren nicht deutlich geworden. Er ist für das Absetzen bei Beendigung der Tagesarbeit sehr bequem, wenn man die Stange *f* ausserhalb des Mantels selbst drehen kann, und wenn am folgenden Tage der Absetz-Cylinder wieder aufgerichtet werden muss, braucht man nur dieselben Stangen zu entfernen, wodurch jede Verschiebung der Absetz-Kugel unmöglich wird.

Es wurde von den Herren Repsold auch noch ein Apparat beigefügt, welcher den Zweck hatte, absetzen oder vielmehr ablesen zu können, im Falle bei einer zweiten Messung die Glaskugel zu weit abstände, so dass die Theilung des Absetz-Cylinders nicht unter das Mikroskop gebracht werden konnte, was vorkommen kann, sobald bei der zweiten Messung die Temperatur viel höher oder niedriger ist, als bei der ersten, und wenn bei dem Stellen der Stangen darauf keine Rücksicht genommen wird. Während der ganzen Messung ist aber kein einziges Mal dieser Apparat benutzt worden, weil er bei sehr kleinen Unterschieden nicht brauchbar ist, und grössere nicht vorkommen.

Für das Richten der Messstangen wurde ein Versuch gemacht, ein in der Richtung der Basis aufgestelltes Universal-Instrument zu benutzen, wie dies auch die Absicht des Verfertigers des Apparates gewesen war. Jede Messstange trägt nämlich zu diesem Zwecken an ihrem Ende eine weisse Porzellanscheibe *m*, (1[e] Abth., S. 10 und Fig. 1,) die in der Mitte durchbohrt ist. Aber die vor der ersten Basismessung bereits vorausgesehenen Nachtheile, deren schon in der 2[ten] Abtheilung, S. 15 gedacht ist, machten sich in hohem Masse fühlbar, und alsbald wurden wieder die mit Senkbleien versehenen Rahmen, Fig. 41 und 42 angewandt, und weiter ebenso verfahren, wie a. a. O. beschrieben worden ist.

Ebenso waren auch die Hütten den bei Simplak benutzten ähnlich; wie dort, isolirten sich die Beobachter, so gut es anging, auf Brettern, welche an beiden Enden auf Blöcken ruhten; die Stellen, wo die Böcke zu stehen kamen, wurden im Voraus dazu fertig gemacht, d. h. entweder gehärtet, oder angefüllt, u. s. w. Noch wurden die Böcke zur Erhöhung ihrer Stabilität durch eisernen Ballast beschwert.

## BEOBACHTER UND HÜLFSPERSONAL.

Beim Beginne der Messung, Anfang Juli 1875, waren auf dem Basis-Terrain als Beobachter thätig: der mit der Leitung beauftragte Ingenieur Woldringh, der Assistent Tennissen, und die bei dem Geographischen Dienste angestellten Unterofficiere Bergmann und Zell, während vier andere Unterofficiere als Hülfsarbeiter fungirten; ausserdem standen für den Transport der Messstangen und Hütten die nöthigen Mandurs (Aufseher) und Kulis (Arbeiter) zur Verfügung.

Gegen Ende August langten auch der Ingenieur Soeters, sowie der Assistent J. A. Oudemans auf dem Terrain an. Beim Beginne der Messung der zweiten Hälfte der Basis übernahm erstgenannter, als in Anciennität der ältere, die Leitung von dem Ingenieur Woldringh und während früher das europäische Personal in zwei Gruppen eingetheilt war, konnte nun eine Theilung in drei Gruppen gemacht werden, was wegen der häufig unter den Hütten eintretenden Temperatur von 38° C. erwünscht sein konnte.

Die Absicht, an jedem Tage möglichst 200 Meter zu messen, wie dies ausnahmsweise bei der ersten Basismessung gelungen war, konnte anfangs in Folge verschiedener Ursachen, nämlich heftiger Winde, und des durch diese aufgewehten Staubes, Mangel an Sonnenschein, u. s. w. nicht durchgeführt werden.

Dann und wann trat auch durch Krankheit des Personals eine Störung ein. Durchschnittlich wurden bei Vollendung der ersten 2000 Meter täglich nur 100 Meter gemessen, sobald aber drei Gruppen mitarbeiteten, wurden die Umstände günstiger, so dass täglich 200 Meter gemessen wurden, nämlich je 100 Meter von einer Gruppe.

Da bei dieser Messung zwei Absetz-Platten nebst Mänteln zur Verfügung standen, war es unnöthig, wie dies bei Simplak geschah, bei je 200 Meter mit einer eingemauerten Glaskugel abzusetzen, dazu diente nämlich die Absetz-Platte. Sobald die folgenden 200 Meter doppelt gemessen waren, konnte die hintere Absetz-Platte entfernt werden. Wäre die dritte Absetz-Platte nicht defect angekommen, so hätten ihrer zwei stehen bleiben können, wodurch die Messung doch behalten wäre, selbst in dem Falle, dass die Kugel der vorderen Absetz-Platte durch Versehen versetzt worden wäre.

Nachdem 445 Meter gemessen worden waren, ergab sich die Nothwendigkeit, den Apparat des eingedrungenen Staubes wegen zu reinigen und alle Rectificationen nachzusehen, so dass der Ingenieur Woldringh auch dort eine feste Glaskugel einmauerte.

## DIE AUSFÜHRUNG DER BASISMESSUNG.

Wie bereits erwähnt, wurde der ganze Basis-Apparat Anfang Juli von Batavia angeführt und in Penoenggalan ausgepackt und aufgestellt. Am 11 Juli wurde er nach dem anderen Ende der Basis, wo die Messung anzufangen beabsichtigt war, hinübergetragen, und nach einigen Uebungen und Widerwärtigkeiten gelang am 16 Juli die erste stimmfähige Messung von 50 Metern. Am 17 Juli mass man weitere 100 Meter. Am 18 wurden sämmtliche 150 Meter zum zweiten Male gemessen; der höheren Temperatur wegen aber kam die Achse des letzten Mikroskopes der Absetzkugel vorüber, aber nicht weit genug um den für ähnliche Fälle von den Herren Repsold geschickten Hülfsapparat anzuwenden. Ingenieur Woldringh entschloss sich, die letzten 100 Meter am folgenden Tage noch einmal zu messen, und bei dem Stellen der Messsungen unter die Mikroskope auf die Temperatur Rücksicht zu nehmen.

Die folgenden 4 Tage lieferten nichts Besonderes. Am 24 wurde, wie oben schon vermeldet, auf 445 Meter eine feste Glaskugel eingemauert. Die Messung wurde bis auf 450 Meter fortgesetzt und dort mittels der Absetz-Platte abgesetzt. Erst am folgenden Tage, als das Cement, mit welchem man den Trachytblock, der die Glaskugel enthielt, eingemauert hatte, hinreichend erhärtet war, konnte die Entfernung der beiden Kugeln bestimmt werden.

Nach der Reinigung des Apparates wurde die zweite Messung der letzten 100 Meter verrichtet, diesmal war das Absetzen auf die Platte zwar möglich, aber doch schwierig, weil die Kugel etwas zu weit vom Mikroskop abstand, aber wieder nicht hinreichend weit um den Hülfsapparat von Repsold zu benutzen. Der Ingenieur Woldringh entschloss sich aufs Neue, die letzten 100 Meter überzumessen, was am folgenden Tage geschah, wo das Absetzen, sowohl auf die feste Glaskugel, als auf die Absetz-Platte, gelang.

Ohne Störung wurde an den folgenden Tagen die Messung bis 950 Meter fortgesetzt, während immer jede Strecke von 100 Meter an zwei auf einander folgenden Tagen gemessen wurde.

Am 7 August wurde von 950—1000 Meter gemessen, und dort eine feste Glaskugel eingemauert. Am folgenden Tage hätten die letzten 50 Meter aufs Neue gemessen werden müssen. Nachdem der Absetz-Cylinder auf die Glaskugel, am 950sten Meter, gesetzt worden, drehte einer der Hülfsarbeiter aus Versehen an derjenigen Schraube der Absetz-Platte, durch welche diese in der Richtung der Basis verstellt wurde. Der Nullpunkt dieses Tages war also nicht nur verloren, sondern auch der Endpunkt der vorigen 505 Meter. Die zweite Messung würde also nutzlos gewesen sein, und es blieb die Wahl übrig, entweder die ganze Strecke von 445 Meter an nochmals zu messen, oder es dabei bewenden zu lassen, wodurch also die letzten 50 Meter (950—1000) nur einmal gemessen waren.

Weil nun aber die Messung jener 50 Meter ohne irgend ein Missgeschick ganz glücklich von Statten gegangen war, entschloss sich Herr Woldringh zur letztgenannten Alternative.

Am 9 August wurde der Apparat wieder gereinigt, kleine Reparaturen an den Mikroskopen ausgeführt und die Rectification aller Theile des Apparates untersucht, und wo nöthig hergestellt.

Die Messung und Wiedermessung der folgenden 1000 Meter geschah ohne die mindeste Störung. Der Wind hinderte viel weniger, als während der Messung der ersten 1000 Meter; eine häufig

eintretende Störung verursachte dagegen die trübe Luft; denn wegen der Unmöglichkeit den Apparat ohne Sonnenschein abzulesen, konnte oft erst um 8 oder 8½ Uhr mit der Messung begonnen werden.

Bei 2000 Meter wurde wieder eine feste Glaskugel eingemauert.

Von nun an wurden, wie oben schon mitgetheilt, unter Leitung des Herrn Ingenieur Soeters, täglich 200 Meter gemessen, während die zweite Messung immer gleich am folgenden Tage ausgeführt wurde.

Wieder ohne Störung gelangte man bis 3000 Meter, und dieser Punkt wurde abermals durch eine eingemauerte Glaskugel angedeutet.

Am 23 September wurde der Endpunkt der Basis bei 4175 Meter erreicht, und dort eine der neulich von den Herren Repsold empfangenen bergkrystallenen Absetz-Kugeln eingemauert. Bereits bei 4170 Meter war mit der Platte abgesetzt. Am folgenden Tage wurde erst die Entfernung von der Platte bis zur Krystallkugel und dann die Distanz 4000—4175 aufs Neue mit dem Apparat gemessen.

Hiermit war die Messung der Basis in Mittel-Java beendigt.

Vom Anfange (16 Juli) bis zum Ende (24 September) sind 71 Werktage; hiervon müssen abgezogen werden 4 Tage für die Reinigung des Apparates, und 5 Tage für misslungene Messungen, es bleiben also 62 Tage übrig, welche für die Doppelmessung von 4125 Metern, und die einzelne Messung von 50, also für die Messung von 8300 Metern nöthig waren, was im Durchschnitt 134 Meter täglich giebt. 56 Meter pro Stunde war etwa das Maximum der erreichten Geschwindigkeit.

Wie bei der vorigen Basismessung wurde immer die Zeit der Ablesungen und die Lufttemperatur notirt; man braucht (2$^{te}$ Abth., S. 25—27) die erstgenannten, um die nicht berücksichtigte Ausdehnung der Mikroskopträger zu berechnen.

An jedem Tage wurde auch, vor dem Anfange und nach dem Ende der Messung, der Nullpunkt des festen Niveaus des Gradbogens (1$^{e}$ Abth., S. 10) und der Gang (Run) der Mikrometerschrauben der Mikroskope bestimmt.

## VORLÄUFIGE REDUCTION DER MESSUNGEN.

An jedem Tage wurden nach Beendigung der Messung die gedruckten Formulare (2$^{te}$ Abth., S. 19) aus den Feldbüchern eingefüllt, die Correction für Gang der Mikrometerschrauben und für Neigung, und weiter vorläufig die Reduction mittels der Indischen Coefficienten P, Q, R und S berechnet, wodurch der Vortheil erreicht wurde, dass jedesmal die beiden Messungen derselben Strecke gleich nach Beendigung der zweiten Messung unter sich verglichen werden konnten.

Die sämmtlichen Resultate der Tagesmessungen waren in Mikrons die nachstehenden:

## Erste Messung.

| | | $l_l + l_u$ | A bis D | Δ I | Δ IV | Δ II | Δ III |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Erster Theil. | A | 2060 | +1104,5 | 2500 | 690 | 1822 | 201 |
| | B | 1503 | + 626,5 | 5503,5 | 1535 | 9888,5 | 587 |
| | C | 1787,5 | + 523 | 6682 | 1753 | 11000,5 | 782 |
| | D | 1053,5 | +1893,5 | 6736 | 1726 | 11148 | 745 |
| | E | 1339 | +2159,5 | 6401,5 | 1587 | 10575 | 602 |
| | F | 1446 | — 391 | 6840 | 1669 | 11196 | 669 |
| | G | 960 | — 851 | 6798 | 1761 | 11274,5 | 772,5 |
| | H | 1767,5 | — 591 | 5090 | 1310 | 9456 | 311 |
| | I | 598 | — 676,5 | 5690,5 | 1366 | 10086,5 | 380 |
| | K | 1191,5 | — 509,5 | 6918 | 1807 | 11288 | 835 |
| | L | 661 | — 84 | 2396 | 531 | 1469,5 | 11,5 |
| | | —14367 | +6607 | 61639,5 | 15735 | 105198,5 | 5896 |
| | | | —3166 | | | | |
| | | | +3441 | | | | |
| Zweiter Theil. | M | 1207 | — 426 | 6843 | 1793 | 11209 | 817 |
| | N | —4695,5 | + 169 | 6900,5 | 1727 | 11279 | 759 |
| | O | 6213 | + 139 | 6756 | 1646 | 11043,5 | 701 |
| | P | 2763 | + 250,5 | 6586,5 | 1607,5 | 10823 | 676 |
| | Q | 2311,5 | + 639 | 7913,5 | 1918,5 | 12062 | 1013 |
| | R | 2330 | + 569,5 | 7128 | 1818 | 11710 | 886 |
| | S | 1751 | + 368 | 6015 | 1367,5 | 10238 | 427 |
| | T | 2063 | + 285 | 8124 | 2627 | 12484 | 1122 |
| | U | 1724 | + 592 | 8015 | 1940,5 | 12400 | 1061 |
| | V | 2737,5 | +2584,5 | 8159 | 2006 | 11983 | 932 |
| | | —24795,5 | +5602,5 | 72740,5 | 17887 | 115237,5 | 8424 |
| | | | — 420 | | | | |
| | | | +5182,5 | | | | |
| Dritter Theil. | W | —4252,5 | 1082,5 | 17393 | 4475 | 24721,5 | 2772 |
| | X | —5666 | —608 | 19921 | 5076 | 26275,5 | 2949 |
| | Y | —11271 | —1241 | 14711,5 | 3755 | 23236 | 1820 |
| | Z | —4867,5 | —1409 | 13182 | 3731 | 23501 | 1818 |
| | AA | —7495 | —976 | 17872 | 4329 | 25808 | 2267 |
| | | —33552 | —5314,5 | 83079,5 | 21366 | 126603 | 11626 |
| Vierter Theil. | BB | —7295 | —1556,5 | 15449,5 | 3848 | 23932,5 | 1901,5 |
| | CC | —4120,5 | +2620,5 | 17209,5 | 4357 | 25682 | 2398,5 |
| | DD | —2463 | —1407 | 17173,5 | 4421 | 26102 | 2452 |
| | EE | —4734 | —1574 | 17923,5 | 4488,5 | 26540 | 2498 |
| | FF | —3665,5 | —1402 | 18002 | 4591 | 26571 | 2632 |
| | GG | —4553,5 | — 736 | 15638 | 3841,5 | 22389,5 | 2070 |
| | | —26831,5 | +2620,5 | 101696 | 25547 | 151217 | 13952 |
| | | | —6675,5 | | | | |
| | | | —4055 | | | | |
| Recapitulation. | | —14367 | +3441 | 61639,5 | 15735 | 105198,5 | 5896 |
| | | —24795,5 | +5182,5 | 72740,5 | 17887 | 115237,5 | 8424 |
| | | —33552 | —5314,5 | 83079,5 | 21366 | 126603 | 11626 |
| | | —26831,5 | —4055 | 101696 | 25547 | 151217 | 13952 |
| Summe: | | —99546 | —746 | 319155,5 | 80535 | 498256 | 39898 |
| | | —100292 | | | | | |
| | | Multiplicator: | | P | S | Q | R |

## Zweite Messung.

| | | $l_l + l_u$ | A bis D | Δ I | Δ IV | Δ II | Δ III |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Erster Theil. | A | —2156,5 | +1508,5 | 2426,5 | 583 | 1536 | 76,5 |
| | B | —1443 | — 637 | 5640,5 | 1392 | 10034 | 438 |
| | C | —1408 | — 23 | 6823 | 1744,5 | 11198 | 768,5 |
| | D | —1070 | — 985,5 | 7460 | 1882 | 11835 | 942 |
| | E | —1295 | 1482 | 8751 | 2271,5 | 13112,5 | 1310 |
| | F | —857 | + 303 | 6060,5 | 1505 | 10411 | 546 |
| | G | —1162,5 | — 1042 | 7268 | 1718 | 11722 | 785 |
| | H | —1524,5 | 1188 | 5217,5 | 1289,5 | 9403 | 311,5 |
| | I | —492,5 | —2395 | 6129,5 | 1665 | 10935,5 | 715 |
| | K | —943 | —1298,5 | 5530,5 | 1158 | 9816 | 184 |
| | L | —661 | — 84 | 2396 | 531 | 1469,5 | 11,5 |
| | | —13013 | +1732,5 | 64051 | 16039,5 | 107562 | 6388 |
| | | | —6214 | | | | |
| | | | —4481,5 | | | | |
| Zweiter Theil. | M | —1201,5 | 531 | 6319 | 1479 | 10634 | 551 |
| | N | —1189 | + 618,5 | 6528 | 1591 | 10781 | 678 |
| | O | —6017,5 | + 126,5 | 6758 | 1599 | 10972 | 687 |
| | P | —2802 | —1449 | 7710 | 1998 | 11946 | 1078 |
| | Q | —2392 | +1507 | 7361,5 | 1805,5 | 11594,5 | 867,5 |
| | R | —2406,5 | +2146 | 6132 | 1550 | 10744 | 636,5 |
| | S | 1948 | 370 | 6521,5 | 1561 | 10800 | 654 |
| | T | —1810,5 | — 332 | 8371 | 2200 | 12696 | 1264 |
| | U | —990,5 | — 32 | 7873 | 1922 | 12152 | 1002 |
| | V | —2558 | —1639,5 | 10167 | 2675,5 | 11428 | 1773 |
| | | —23750,5 | +1962 | 74047 | 18381 | 116767,5 | 9191 |
| | | | —3792,5 | | | | |
| | | | +1169,5 | | | | |
| Dritter Theil. | W | —4155 | + 959 | 15769,5 | 4099 | 23575 | 2333,5 |
| | X | —5577,5 | +1189 | 18698 | 4738,5 | 27865 | 2615,5 |
| | Y | —11724,5 | — 549 | 14671 | 3683 | 22992 | 1746 |
| | Z | —5743 | —3240,5 | 16306 | 3857 | 24691,5 | 1982 |
| | AA | —7456 | —2781 | 18695 | 4662 | 27223 | 2783 |
| | | —34656 | +2148 | 84130,5 | 21039,5 | 126346,5 | 11460 |
| | | | —6570,5 | | | | |
| | | | —4422,5 | | | | |
| Vierter Theil. | BB | —6052 | —3138 | 16188,5 | 4007 | 24034 | 2090 |
| | CC | —4172 | +4134 | 16444 | 4138 | 24748,5 | 2204 |
| | DD | —2327 | 1134 | 17516 | 4297 | 25892 | 2321,5 |
| | EE | —4303 | —1314 | 17560 | 4340 | 25917 | 2396,5 |
| | FF | —3863 | + 392 | 17074 | 4348 | 25521,5 | 2434 |
| | GG | —4979,5 | —1743 | 16514,5 | 4111 | 22725 | 2217 |
| | | —26296,5 | +4526 | 101294 | 25250 | 149138 | 13693 |
| | | | —7629 | | | | |
| | | | —3103 | | | | |
| Recapitulation. | | —13013 | —4481,5 | 64051 | 16039,5 | 107562 | 6388 |
| | | —23750,5 | +1169,5 | 74047 | 18381 | 116767,5 | 9191 |
| | | —34656 | —4422,5 | 84139,5 | 21039,5 | 126346,5 | 11460 |
| | | —26296,5 | —3103 | 101294 | 25250 | 149138 | 13693 |
| Summe: | | —97746 | —7837,5 | 323531,5 | 80710 | 500144 | 40732 |
| | | —105583,5 | | | | | |
| | | Multiplicator: | | P | S | Q | R |

## DEFINITIVE REDUCTION DER MESSUNGEN.

Die mittlere Temperatur während der Basismessung wurde gefunden:

Für die erste Hälfte 28°,67,
« « zweite « 32 ,46,

Also im Mittel 30 ,57.

Hiermit entspricht, (siehe oben S. 16.) T = 0,5826, und weiter:

$$P = 0,5862,$$
$$Q = 0,6185,$$
$$R = 0,60145,$$
$$S = 0,64955.$$

Multiplicirt man mit diesen Coefficienten die Δ I, Δ II, Δ III und Δ IV der obenstehenden Tabelle, und addirt man für jeden Tag die Intervalle A bis D, so findet man auch für jeden Tag den Betrag, welcher der vollen Zahl der Längen der Messstangen hinzugefügt werden muss.

### ERSTER THEIL.

| | Lange in Metern. | Erste Messung. Millimeter. | Zweite Messung. Millimeter. | Unterschied, 1 – 2 Messung. |
|---|---|---|---|---|
| A | 50 | − 4,096 | + 4,004 | + 0,092 |
| B | 100 | 9,814 | 9,877 | − 0,063 |
| C | 100 | 11,063 | 11,087 | 0,024 |
| D | 100 | 13,247 | 13,400 | − 0,153 |
| E | 100 | 12,804 | 12,723 | + 0,081 |
| F | 100 | 10,578 | 10,742 | − 0,164 |
| G | 100 | 10,753 | 10,892 | 0,139 |
| H | 100 | 7,510 | 7,258 | + 0,252 |
| I | 100 | 9,410 | 9,154 | + 0,256 |
| K | 100 | 10,967 | 10,905 | + 0,062 |
| L | 50 | 5,773 | 5,773 * | |
| | 1000 | + 104,017 | + 105,817 | + 0,200 |

### ZWEITER THEIL.

| | Lange in Metern. | Erste Messung. Millimeter. | Zweite Messung. Millimeter. | Unterschied, 1 – 2 Messung. |
|---|---|---|---|---|
| M | 100 | − 10,989 | + 10,904 | + 0,085 |
| N | 100 | 11,071 | 11,093 | 0,022 |
| O | 100 | 6,205 | 6,306 | − 0,101 |
| P | 100 | 9,497 | 9,651 | − 0,154 |
| Q | 100 | 12,299 | 12,294 | + 0,005 |
| R | 100 | 11,548 | 11,452 | + 0,096 |
| S | 100 | 9,618 | 9,592 | + 0,026 |
| T | 100 | 12,694 | 12,769 | 0,075 |
| U | 100 | 13,139 | 12,961 | + 0,178 |
| V | 100 | 13,902 | 13,487 | + 0,415 |
| | 1000 | + 110,962 | + 110,489 | + 0,473 |

* Angenommen wie bei der ersten Messung.

## DRITTER THEIL.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| W | 180 | + 24,721 | + 24,690 | + 0,031 |
| X | 220 | 28,577 | 28,452 | + 0,125 |
| Y | 200 | 14,012 | 13,985 | + 0,027 |
| Z | 200 | 19,498 | 19,539 | − 0,041 |
| AA | 200 | 22,173 | 22,255 | 0,082 |
| | 1000 | + 108,981 | + 108,921 | + 0,060 |

## VIERTER THEIL.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| BB | 200 | + 18,645 | + 18,790 | 0,145 |
| CC | 200 | 28,759 | 28,897 | 0,158 |
| DD | 200 | 26,858 | 26,703 | + 0,155 |
| EE | 200 | 25,026 | 24,967 | + 0,059 |
| FF | 200 | 26,479 | 26,606 | − 0,127 |
| GG | 175 | 21,461 | 21,048 | + 0,413 |
| | 1175 | + 147,208 | + 147,011 | + 0,197 |

Der ganze Unterschied zwischen den beiden Messungen ist also 0,950 mM, um welchen das Resultat der ersten Messung grösser ist. Auf die Länge der Basis, 4175 Meter, ist dies nicht mehr als 1 : 4 500 000.

Reduciren wir weiter die Unterschiede der ersten und zweiten Messung der Sectionen A bis X und GG durch Multipliciren mit $\sqrt{\frac{200}{50}}$, $\sqrt{\frac{200}{100}}$, $\sqrt{\frac{200}{180}}$, u. s. w. alle auf 200 Meter, so bekommen wir

m. F. eines Unterschiedes zweier Messungen von 200 Meter $= \pm 0.205$ mM,
« « einer einzelnen Messung $= \pm 0{,}205 : \sqrt{2} = \pm 0{,}144$ « ,
« « des Mittels aus zwei Messungen $= \pm 0{,}102$ « ,
« « der ganzen Basis $\pm 0{,}102 \sqrt{20{,}875} = \pm 0{,}464$ « ,
und der w. F. $= 0{,}6745 \times \pm 0{,}464 = \pm 0{,}313$ « ,

was also $\frac{1}{13\,331\,000}$ der Basis beträgt. Diese Genauigkeit übertrifft also noch bei weitem diejenige, welche bei der ersten Basismessung erreicht worden war, worauf vielleicht die grössere Festigkeit des Weges Einfluss gehabt haben mag, was doch aber von der Sorgfalt, mit welchem das Personal seiner Aufgabe nachkam, ein löbliches Zeugniss abgiebt.

## VERGLEICHUNG DER MESSSTANGEN MIT DEM NORMALMETER VOR UND NACH DER BASISMESSUNG.

Für die Vergleichung der Messstangen vor der Basismessung bei Logantong wurde jene angenommen, welche nach der Basismessung bei Simplak ausgeführt worden war, (1e Abth., S. 70 bis 77). Nach der Basismessung bei Logantong wurden die Messstangen nach Batavia hinübergeführt. Der Com-

parator, welcher früher in meiner Wohnung in Batavia, (Kramat, dem Eingange des Gutes Lontar Satoe gegenüber,) aufgestellt war, wurde nach Beendigung der Messungen, nach dem neuen Gebäude des Marine-Departements in Goenoeng Sahari hinübergebracht, wo zwei Zimmer für die Abtheilung «Geographischer Dienst" gebaut worden waren. Ich verliess Batavia am 25 August 1875, während die Basismessung in Demak noch in vollem Gange war; nach meiner Abreise haben die Vergleichungen im Local des genannten Dienstes im Marine-Departement stattgefunden, woran sich der Ingenieur Woldringh, der Assistent de Vletter und der dem Geographischen Dienste zur Verfügung gestellte Adjudant-Unterofficier Bergmann betheiligten. Erstgenannter hatte an den früheren Beobachtungen Theil genommen, und war also mit der Manipulation des Comparators hinreichend vertraut.

Es folgen hier die Tabellen, welche die Resultate der einzelnen Vergleichungen enthalten. Diese sind nicht immer wie früher durch die 24 Stunden des Tages fortgesetzt worden; was aber von geringer Wichtigkeit ist, da, wie die früheren Messungen dargethan haben, constante Unterschiede bestehen können, ungeachtet dass die periodischen eliminirt werden.

## RESULTATE DER VERGLEICHUNG DER MESSSTANGE I [illegible]

Fenster geschlossen. Beleuchtung mittels Lampen, und mit geschloss[illegible]

| 1876. | $I_1$ Temperatur Celsius. Im Zimmer. | Im Kasten. | $I_1$—N. | Z—S Messstange. | Z—S Normalmeter. | 1876. | $I_2$ Temperatur Celsius. Im Zimmer. | Im Kasten. | $I_2$—N. | Z—S Messstange. | Z—S Normalmeter. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 29 April | | | | | | 30 April | | | | | |
| 18h 45m | 27°,28 | 27°,38 | — 80,16 | 205,39 | 192,13 | | | | | | |
| 19 38 | 27 ,53 | 27 ,41 | — 77,76 | 202,89 | 190,60 | 19h 45m | 27°,33 | 27°,02 | — 81,58 | 233,16 | [illegible] |
| 20 38 | 27 ,73 | 27 ,43 | — 77,89 | 202,11 | 191,61 | 20 36 | 27 ,53 | 27 ,13 | — 72,90 | 232,50 | [illegible] |
| 21 36 | 27 ,92 | 27 ,51 | — 79,37 | 204,39 | 192,44 | 21 37 | 27 ,58 | 27 ,26 | — 70,17 | 232,22 | [illegible] |
| 22 39 | 28 ,17 | 27 ,73 | — 78,47 | 204,41 | 194,04 | 22 37 | 28 ,82 | 27 ,41 | — 70,57 | 233,66 | [illegible] |
| 23 36 | 28 ,12 | 27 ,76 | — 77,88 | 208,31 | 196,78 | 23 37 | 28 ,07 | 27 ,56 | — 74,57 | 237,34 | [illegible] |
| 30 April | | | | | | 1 Mei | | | | | |
| 0 36 | 28 ,17 | 27 ,83 | — 78,60 | 210,48 | 199,53 | 0 36 | 28 ,32 | 27 ,71 | — 72,29 | 238,97 | [illegible] |
| 1 37 | 28 ,47 | 27 ,88 | — 77,95 | 212,80 | 202,21 | 1 37 | 28 ,37 | 27 ,91 | — 71,77 | 242,16 | [illegible] |
| 2 28 | 28 ,12 | 27 ,96 | — 80,07 | 214,07 | 201,49 | 2 30 | 28 ,67 | 28 ,19 | — 73,65 | 244,37 | [illegible] |
| 3 39 | 28 ,37 | 28 ,19 | — 86,16 | 217,08 | 200,31 | 3 39 | 28 ,77 | 28 ,19 | — 70,93 | 251,10 | [illegible] |
| 4 38 | 28 ,32 | 28 ,24 | — 84,83 | 219,36 | 202,57 | 4 39 | 28 ,90 | 28 ,49 | — 72,20 | 254,88 | [illegible] |
| 5 38 | 28 ,37 | 28 ,19 | — 85,69 | 219,93 | 204,75 | 5 37 | 28 ,37 | 28 ,49 | — 73,15 | 257,97 | [illegible] |
| 6 38 | 28 ,32 | 28 ,29 | — 83,47 | 220,21 | 207,34 | 6 38 | 28 ,27 | 28 ,49 | — 70,70 | 258,05 | [illegible] |
| 7 37 | 28 ,22 | 28 ,19 | — 85,13 | 221,01 | 205,22 | 7 37 | 28 ,12 | 28 ,29 | — 73,13 | 257,87 | [illegible] |
| 8 38 | 28 ,22 | 28 ,29 | — 82,84 | 221,98 | 207,52 | 8 38 | 27 ,97 | 28 ,34 | — 71,92 | 258,57 | [illegible] |
| Im Mittel: | 28 ,16 | 27 ,88 | — 81,10 | 212,31 | 199,24 | | 28 ,15 | 28 ,91 | — 72,82 | 245,21 | [illegible] |

## RESULTATE DER VERGLEICHUNG DER MESSSTANGE II [illegible]

Fenster geschlossen. Bei $II_1$, $II_2$ und $II_4$ war der Kasten geschlossen und geschah die Beleucht[illegible]

Beobachter: Ingenieur Woldringh, Assist[illegible]

| Beobachter. | 1876 | $II_1$ Temperatur Celsius. Im Zimmer. | Im Kasten. | $II_1$—N. | Z—S Messstange. | Z—S Normalmeter. | Beobachter. | 1876 | $II_2$ Temperatur Celsius. Im Zimmer. | Im Kasten. | $II_2$—N | Z—S Messstange. | Z—S Normalmeter. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 18 Mai | | | | | | | 21 Mai | | | | | |
| V | 9h 14m | 28°,77 | 28 ,87 | + 192,00 | 212,80 | 219,27 | W | 9h 8m | 28°,72 | 28°,82 | — 250,21 | 611,35 | [illegible] |
| „ | 10 11 | 28 ,72 | 27 ,79 | + 190,01 | 212,50 | 215,86 | „ | 10 4 | 28 ,67 | 28 ,82 | — 255,36 | 611,87 | [illegible] |
| „ | 11 9 | 28 ,67 | 28 ,74 | + 189,01 | 212,20 | 215,29 | „ | 11 10 | 28 ,42 | 28 ,74 | — 254,88 | 611,29 | [illegible] |
| „ | 12 9 | 28 ,62 | 28 ,69 | + 188,99 | 211,67 | 214,14 | „ | 12 4 | 28 ,37 | 28 ,89 | — 256,16 | 611,10 | [illegible] |
| W | 13 5 | 28 ,42 | 28 ,62 | + 188,78 | 212,40 | 213,27 | „ | 13 6 | 28 ,12 | 28 ,49 | — 255,62 | 609,99 | [illegible] |
| „ | 14 7 | 28 ,27 | 28 ,49 | + 188,65 | 211,09 | 212,87 | „ | 14 6 | 28 ,02 | 28 ,42 | — 254,63 | 608,16 | [illegible] |
| „ | 15 7 | 28 ,02 | 28 ,30 | + 188,67 | 208,97 | 212,44 | „ | 15 7 | 27 ,78 | 28 ,29 | — 255,11 | 606,26 | [illegible] |
| „ | 16 6 | 27 ,92 | 28 ,32 | + 189,27 | 209,16 | 209,65 | „ | 16 6 | 27 ,53 | 28 ,11 | — 255,85 | 601,05 | [illegible] |
| „ | 17 8 | 27 ,71 | 28 ,06 | + 190,11 | 205,07 | 207,49 | „ | 17 6 | 27 ,33 | 27 ,93 | — 257,11 | 601,62 | [illegible] |
| „ | 18 7 | 27 ,58 | 27 ,98 | + 188,88 | 202,81 | 203,93 | „ | 18 6 | 27 ,18 | 27 ,78 | — 255,81 | 597,81 | [illegible] |
| B | 19 8 | 27 ,82 | 28 ,03 | + 188,33 | 202,41 | 202,60 | B | 19 11 | 27 ,43 | 27 ,68 | — 255,04 | 592,74 | [illegible] |
| „ | 20 8 | 28 ,37 | 28 ,03 | + 188,16 | 200,12 | 202,31 | „ | 20 7 | 27 ,58 | 27 ,78 | — 255,48 | 592,76 | [illegible] |
| „ | 21 7 | 28 ,62 | 28 ,19 | + 189,27 | 198,50 | 203,09 | „ | 21 7 | 27 ,97 | 27 ,83 | — 256,12 | 591,68 | [illegible] |
| „ | 22 7 | 28 ,95 | 28 ,24 | + 188,16 | 198,24 | 202,62 | „ | 22 7 | 28 ,22 | 27 ,88 | — 256,37 | 591,01 | [illegible] |
| „ | 23 6 | 29 ,15 | 28 ,29 | + 189,71 | 200,33 | 204,60 | „ | 23 7 | 28 ,37 | 28 ,03 | — 255,34 | 593,19 | [illegible] |
| | 19 Mai | | | | | | | 12 Mai | | | | | |
| „ | 0 7 | 29 ,50 | 28 ,41 | + 188,41 | 202,88 | 206,26 | „ | 0 8 | 28 ,62 | 28 ,39 | — 253,71 | 595,17 | [illegible] |
| „ | 1 8 | 29 ,84 | 28 ,71 | + 187,68 | 206,11 | 208,84 | „ | 1 7 | 29 ,25 | 28 ,49 | — 254,11 | 597,92 | [illegible] |
| W | 1 66 | 30 ,01 | 28 ,84 | + 188,29 | 209,89 | 211,42 | V | 2 20 | 29 ,25 | 28 ,67 | — 254,16 | 602,02 | [illegible] |
| „ | 3 10 | 30 ,16 | 29 ,04 | + 189,39 | 213,74 | 215,59 | „ | 3 7 | 29 ,35 | 28 ,82 | — 252,84 | 603,95 | [illegible] |
| V | 4 8 | 30 ,16 | 29 ,12 | + 189,79 | 215,79 | 218,37 | „ | 4 8 | 29 ,40 | 28 ,94 | — 253,67 | 606,51 | [illegible] |
| „ | 5 9 | 30 ,06 | 29 ,27 | + 189,74 | 218,09 | 221,16 | „ | 5 8 | 29 ,30 | 29 ,09 | — 255,93 | 609,47 | [illegible] |
| „ | 6 8 | 29 ,91 | 29 ,29 | + 188,69 | 221,32 | 223,91 | „ | 6 8 | 29 ,25 | 29 ,12 | — 253,49 | 611,97 | [illegible] |
| „ | 7 9 | 29 ,76 | 29 ,29 | + 189,08 | 221,51 | 225,04 | „ | 7 8 | 29 ,00 | 29 ,09 | — 253,61 | 614,14 | [illegible] |
| „ | 8 9 | 29 ,50 | 29 ,29 | + 189,41 | 221,64 | 225,53 | „ | 8 8 | 28 ,67 | 28 ,99 | — 254,80 | 616,18 | [illegible] |
| | | 28 ,98 | 28 ,63 | + 189,11 | 209,56 | 212,31 | | | 28 ,11 | 28 ,15 | — 255,09 | 603,18 | [illegible] |

DEM NORMALMETER, FÜR ALLE CORRECTIONEN VERBESSERT.

Kasten. Beobachter: Ingenieur Woldringh und Adjudant-Unterofficier Bergmann.

**$I_3$**

| 1876 | | Temperatur Celsius. Im Zimmer. | Im Kasten. | $I_3$—N. | Z—S Messstange. | Z—S Normalmeter. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Mai | | | | | |
| 19h | 37m | 27°,23 | 27°,10 | — 204,19 | 180,22 | 184,63 |
| 20 | 50 | 27 ,73 | 27 ,33 | — 200,59 | 186,99 | 186,93 |
| 21 | 45 | 27 ,87 | 27 ,46 | — 202,52 | 191,60 | 191,84 |
| 22 | 39 | 28 ,12 | 27 ,66 | — 201,18 | 193,49 | 193,16 |
| 23 | 38 | 28 ,22 | 27 ,83 | — 200,20 | 195,89 | 194,35 |
| 2 | Mai | | | | | |
| 0 | 34 | 28 ,52 | 28 ,01 | — 199,61 | 197,88 | 198,11 |
| 1 | 30 | 28 ,67 | 28 ,27 | — 198,68 | 201,06 | 201,76 |
| 2 | 26 | 28 ,77 | 28 ,44 | — 199,34 | 201,69 | 202,28 |
| 3 | 39 | 28 ,85 | 28 ,49 | — 198,33 | 207,99 | 205,11 |
| 4 | 38 | 28 ,72 | 28 ,64 | — 196,12 | 209,26 | 208,29 |
| 5 | 37 | 28 ,85 | 28 ,74 | — 197,68 | 211,78 | 209,44 |
| 6 | 37 | 28 ,90 | 28 ,74 | — 193,55 | 213,49 | 212,78 |
| 7 | 37 | 28 ,85 | 28 ,69 | — 195,18 | 213,50 | 214,11 |
| 8 | 37 | 28 ,42 | 28 ,74 | — 195,65 | 214,86 | 215,26 |
| | | 28 ,42 | 28 ,15 | — 198,79 | 201,11 | 201,29 |

**$I_4$**

| 1876 | | Temperatur Celsius. Im Zimmer | Im Kasten. | $I_4$—N. | Z—S Messstange. | Z—S Normalmeter. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Mai | | | | | |
| 20 | 23 | 28°,07 | 27°,76 | + 74,84 | 213,40 | 199,14 |
| 21 | 6 | 28 ,22 | 27 ,88 | + 72,95 | 217,31 | 201,86 |
| 22 | 16 | 28 ,37 | 28 ,06 | + 73,45 | 219,75 | 202,86 |
| 23 | 7 | 28 ,72 | 28 ,27 | + 75,45 | 220,90 | 205,48 |
| 3 | Mai | | | | | |
| 0 | 9 | 29 ,10 | 28 ,49 | + 74,90 | 224,74 | 209,97 |
| 1 | 12 | 29 ,25 | 28 ,69 | + 75,24 | 228,93 | 215,39 |
| 2 | 17 | 29 ,50 | 28 ,97 | + 75,06 | 233,55 | 218,13 |
| 3 | 28 | 29 ,70 | 29 ,19 | + 74,90 | 235,48 | 221,84 |
| 4 | 11 | 29 ,70 | 29 ,19 | + 74,42 | 237,18 | 224,38 |
| 5 | 10 | 29 ,70 | 29 ,24 | + 75,44 | 241,57 | 227,17 |
| 6 | 9 | 29 ,65 | 29 ,29 | + 76,38 | 242,62 | 230,10 |
| 7 | 8 | 29 ,30 | 29 ,29 | + 77,30 | 246,09 | 232,59 |
| 8 | 8 | 29 ,20 | 29 ,19 | + 78,04 | 246,26 | 232,68 |
| | | 29 ,11 | 28 ,73 | + 75,26 | 231,37 | 217,05 |

DEM NORMALMETER, FÜR ALLE CORRECTIONEN VERBESSERT.

durch Lampen. Bei $II_4$ war der Kasten offen und geschah die Beleuchtung durch reflectirtes Sonnenlicht.

de Vletter, und Adjudant-Unterofficier Bergmann.

**$II_3$**

| Beobachter. | 1876 | | Temperatur Celsius. Im Zimmer. | Im Kasten. | $II_3$—N. | Z—S Messstange. | Z—S Normalmeter. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 22 | Mai | | | | | |
| W | 9 | 38 | 28°,42 | 28°,89 | — 56,13 | 86,55 | 219,02 |
| „ | 10 | 37 | 28 ,32 | 28 ,84 | — 55,22 | 84,83 | 217,14 |
| „ | 11 | 38 | 28 ,32 | 28 ,77 | — 55,27 | 83,41 | 218,01 |
| „ | 12 | 37 | 28 ,02 | 28 ,59 | — 55,58 | 81,99 | 210,43 |
| „ | 13 | 38 | 27 ,78 | 28 ,42 | — 55,47 | 79,80 | 211,20 |
| „ | 14 | 40 | 27 ,53 | 28 ,29 | — 55,67 | 77,66 | 211,32 |
| „ | 15 | 37 | 27 ,38 | 28 ,06 | — 55,54 | 75,69 | 209,80 |
| „ | 16 | 38 | 27 ,13 | 27 ,91 | 56,99 | 71,68 | 206,13 |
| „ | 17 | 39 | 26 ,93 | 27 ,73 | 55,60 | 68,10 | 203,45 |
| B | 18 | 48 | 26 ,93 | 27 ,13 | — 55,40 | 66,12 | 200,19 |
| „ | 19 | 30 | 27 ,18 | 27 ,43 | — 56,65 | 63,34 | 197,26 |
| „ | 20 | 38 | 27 ,38 | 27 ,48 | — 56,12 | 62,67 | 196,92 |
| „ | 21 | 38 | 27 ,58 | 27 ,58 | — 55,60 | 61,87 | 197,27 |
| „ | 22 | 37 | 28 ,07 | 27 ,58 | — 54,43 | 61,85 | 196,33 |
| „ | 23 | 40 | 28 ,32 | 27 ,83 | — 53,45 | 63,11 | 198,67 |
| | 23 | Mai | | | | | |
| „ | 0 | 41 | 28 ,57 | 28 ,03 | — 55,50 | 65,21 | 198,84 |
| „ | 1 | 42 | 28 ,72 | 28 ,29 | — 53,82 | 69,34 | 202,34 |
| N | 2 | 44 | 29 ,05 | 28 ,42 | — 52,92 | 71,10 | 206,31 |
| „ | 3 | 38 | 29 ,13 | 28 ,54 | — 52,73 | 73,01 | 207,86 |
| „ | 4 | 38 | 29 ,05 | 28 ,69 | — 55,52 | 77,13 | 209,91 |
| „ | 5 | 38 | 28 ,90 | 28 ,74 | — 53,35 | 79,10 | 213,19 |
| „ | 6 | 38 | 28 ,67 | 28 ,07 | — 53,56 | 80,29 | 212,84 |
| „ | 7 | 38 | 28 ,52 | 28 ,69 | — 50,99 | 79,02 | 211,40 |
| „ | 8 | 38 | 28 ,27 | 28 ,54 | — 54,52 | 81,08 | 213,17 |
| | | | 28 ,09 | 28 ,26 | — 54,81 | 73,52 | 207,56 |

**$II_4$**

| Beobachter. | 1876 | | Temperatur Celsius. Im Zimmer. | Im Kasten. | $II_4$—N. | Z—S Messstange. | Z—S Normalmeter. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Erste Reihe. | | | |
| | 23 | Mai | | | | | |
| B | 20 | 18 | 27°,73 | 27°,13 | + 37,75 | 419,69 | 192,03 |
| „ | 21 | 9 | 27 ,82 | 27 ,18 | + 37,85 | 422,06 | 191,14 |
| „ | 22 | 7 | 28 ,22 | 27 ,58 | + 38,37 | 421,95 | 191,88 |
| „ | 23 | 7 | 28 ,52 | 27 ,63 | + 38,25 | 422,66 | 192,99 |
| | 24 | Mai | | | | | |
| V | 0 | 13 | 28 ,80 | 27 ,81 | + 34,20 | 430,05 | 196,43 |
| „ | 1 | 9 | 29 ,10 | 28 ,01 | + 35,33 | 432,06 | 199,45 |
| „ | 2 | 10 | 28 ,47 | 28 ,22 | + 36,72 | 430,13 | 201,92 |
| | | | 28 ,38 | 27 ,73 | + 36,94 | 426,11 | 195,12 |
| | | | | Zweite Reihe. | | | |
| | 24 | Mai | | | | | |
| W | 19 | 25 | 26 ,46 | 26 ,12 | + 40,40 | 111,50 | 179,50 |
| „ | 20 | 16 | 26 ,83 | 26 ,17 | + 39,45 | 110,19 | 177,88 |
| „ | 21 | 7 | 27 ,13 | 26 ,60 | + 39,89 | 111,54 | 177,68 |
| „ | 22 | 6 | 27 ,48 | 26 ,75 | + 42,33 | 110,74 | 179,48 |
| „ | 23 | 8 | 27 ,82 | 26 ,92 | + 38,15 | 113,26 | 180,78 |
| „ | 25 | Mai | | | | | |
| „ | 0 | 8 | 28 ,07 | 27 ,07 | + 38,02 | 116,86 | 182,88 |
| „ | 1 | 6 | 28 ,12 | 27 ,33 | + 41,21 | 120,46 | 186,23 |
| „ | 1 | 53 | 28 ,80 | 27 ,46 | + 37,63 | 121,99 | 189,33 |
| | | | 27 ,63 | 26 ,88 | + 39,71 | 114,57 | 181,72 |
| | | | | Mittel aus beiden Reihen. | | | |
| | | | 28 ,00 | 27 ,31 | + 38,33 | 120,49 | 188,42 |

## RESULTATE DER VERGLEICHUNG DER MESSSTANGE III MIT DEM NORMALMETER, FÜR ALLE CORRECTIONEN VERBESSERT.

Fenster geschlossen. Beleuchtung durch Lampen.

| Beobachter. | 1876. | | Temperatur Celsius | | III — N. | Z — S Messstange. | Z — S Normal-meter. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | im Zimmer. | im Kasten. | | | |
| | 25 April | | | | | | |
| Woldringh | 19h | 48m | 27°,45 | 27°,25 | + 60,77 | + 76,27 | + 188,60 |
| | 20 | 22 | 27 ,78 | 27 ,28 | + 59,95 | 77,52 | 188,02 |
| und | 21 | 20 | 28 ,17 | 27 ,41 | + 59,86 | 80,71 | 188,97 |
| | 22 | 9 | 28 ,47 | 27 ,56 | + 61,89 | 85,07 | 192,55 |
| Bergmann | 23 | 6 | 28 ,72 | 27 ,71 | + 62,85 | 85,76 | 195,89 |
| | 26 April | | | | | | |
| | 0 | 5 | 29 ,10 | 27 ,95 | + 62,04 | 90,22 | 198,18 |
| | 1 | 9 | 29 ,96 | 28 ,27 | + 62,24 | 95,11 | 202,50 |
| | 2 | 10 | 29 ,60 | 28 ,49 | + 62,77 | 94,28 | 205,66 |
| | 3 | 9 | 29 ,40 | 28 ,89 | + 64,05 | 97,62 | 207,54 |
| | 4 | 8 | 29 ,45 | 28 ,79 | + 66,54 | 101,19 | 210,58 |
| | 5 | 8 | 29 ,40 | 28 ,84 | + 67,65 | 104,81 | 215,19 |
| | 6 | 7 | 29 ,45 | 28 ,89 | + 65,64 | 107,99 | 217,59 |
| | 7 | 9 | 29 ,50 | 28 ,89 | + 65,95 | 112,15 | 220,47 |
| | 8 | 9 | 28 ,42 | 28 ,84 | + 66,60 | 115,00 | 220,58 |
| | 10 | 16 | 27 ,45 | 28 ,27 | + 62,64 | 111,11 | 217,87 |
| | 17 | 50 | 26 ,21 | 26 ,75 | + 60,61 | 80,49 | 191,05 |
| | 19 | 28 | 26 ,88 | 26 ,80 | + 59,96 | 78,41 | 187,81 |
| | 20 | 9 | 27 ,08 | 26 ,82 | + 58,62 | 76,27 | 186,02 |
| | 21 | 9 | 27 ,48 | 26 ,92 | + 57,26 | 77,85 | 184,17 |
| | 22 | 7 | 27 ,68 | 27 ,15 | + 59,24 | 80,08 | 184,00 |
| | 23 | 7 | 28 ,12 | 27 ,25 | + 59,56 | 84,67 | 189,12 |
| | | | 28 ,56 | 27 ,85 | + 62,22 | + 90,88 | + 199,50 |

## RESULTATE DER VERGLEICHUNG DER MESSSTANGE IV MIT DEM NORMALMETER, FÜR ALLE CORRECTIONEN VERBESSERT.

Fenster geschlossen. Bei der ersten Reihe war das Rohr des Normalmeters ohne seine wattirte Bekleidung, bei der zweiten Reihe war es wieder damit bedeckt (1e Abth. S. 50).

| Beobachter. | 1876. | | Temperatur Celsius | | IV — N. | Z — S Messstange. | Z — S Normalmeter. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | im Zimmer. | im Kasten. | | | |
| | | | Erste Reihe. | | | | |
| | 19 April. | | | | | | |
| Woldringh | 18h | 55m | 26°,21 | 26°,65 | — 4,18 | 176,54 | 171,18 |
| | 19 | 45 | 26 ,46 | 26 ,62 | 4,64 | 174,12 | 172,65 |
| und | 20 | 57 | 26 ,71 | 26 ,67 | — 5,55 | 175,17 | 175,45 |
| | 21 | 10 | 27 ,05 | 26 ,62 | 8,85 | 174,15 | 175,57 |
| Bergmann. | 21 | 58 | 26 ,79 | 27 ,02 | 6,97 | 177,02 | 176,82 |
| | 22 | 9 | 27 ,55 | 26 ,67 | — 5,86 | 176,68 | 176,25 |
| | 22 | 57 | 27 ,48 | 26 ,85 | — 5,47 | 180,82 | 179,77 |
| | 23 | 8 | 27 ,55 | 26 ,92 | — 6,25 | 182,15 | 181,04 |
| | 23 | 57 | 27 ,75 | 27 ,05 | 6,05 | 184,05 | 182,96 |

| Beobachter. | 1876. | Temperatur Celsius im Zimmer. | Temperatur Celsius im Kasten. | IV — N. | Z — S, Messstange. | Z — S, Normalmeter. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 20 April | | | | | |
| Woldringh | 0 59 | 28°,02 | 27°,26 | — 4,45 | + 187,96 | + 188,52 |
| und | 1 57 | 28 ,22 | 27 ,41 | — 4,95 | 191,54 | 191,48 |
| Bergmann. | 4 10 | 28 ,42 | 27 ,73 | — 4,98 | 195,89 | 195,54 |
| | 5 1 | 28 ,62 | 27 ,86 | — 5,85 | 197,42 | 197,68 |
| | 5 57 | 28 ,62 | 27 ,86 | 5,00 | 200,07 | 200,46 |
| | 6 10 | 28 ,42 | 28 ,05 | 5,74 | 199,82 | 201,56 |
| | 6 58 | 27 ,97 | 27 ,98 | — 6,72 | 202,29 | 204,18 |
| | 7 11 | 27 ,68 | 28 ,01 | 7,22 | 202,21 | 201,26 |
| | 7 57 | 27 ,55 | 27 ,85 | 6,29 | 202,57 | 204,14 |
| | 8 10 | 26 ,98 | 27 ,75 | 7,89 | 202,16 | 202,74 |
| | 8 55 | 26 ,76 | 27 ,58 | 6,64 | 201,00 | 202,11 |
| | 11 19 | 26 ,56 | 27 ,05 | — 4,50 | 191,19 | 191,55 |
| | 13 10 | 26 ,71 | 26 ,85 | — 2,41 | 181,50 | 182,59 |
| | | | Zweite Reihe. | | | |
| | 27 April | | | | | |
| | 19 52 | 26°,88 | 26°,82 | — 5,22 | 180,54 | 177,56 |
| | 20 58 | 27 ,45 | 26 ,92 | 2,87 | 180,62 | 177,94 |
| | 21 57 | 27 ,55 | 27 ,02 | — 1,17 | 180,78 | 178,02 |
| | 22 56 | 27 ,48 | 27 ,02 | 2,81 | 181,84 | 177,98 |
| | 23 58 | 27 ,78 | 27 ,28 | 5,72 | 186,11 | 181,76 |
| | 28 April | | | | | |
| | 0 57 | 28 ,12 | 27 ,45 | 2,55 | 188,08 | 185,71 |
| | 1 58 | 28 ,07 | 27 ,55 | 5,17 | 191,89 | 185,65 |
| | 4 50 | 28 ,47 | 27 ,75 | — 0,88 | 195,66 | 192,21 |
| | 5 55 | 28 ,47 | 27 ,85 | — 2,05 | 198,74 | 192,16 |
| | 6 56 | 28 ,27 | 27 ,88 | 1,01 | 199,86 | 195,65 |
| | 7 55 | 28 ,12 | 27 ,98 | 0,54 | 201,88 | 195,84 |
| Im Mittel, 1e Reihe: | | 27 ,45 | 27 ,29 | 5,75 | 188,92 | 188,69 |
| 2e « : | | 27 ,87 | 27 ,40 | — 2,16 | 189,62 | 185,15 |
| Mittel von 2 Reihen: | | 27 ,65 | 27 ,55 | — 3,95 | + 189,27 | + 186,91 |

## RESULTATE DER VERGLEICHUNG DER MESSSTANGEN I UND II UNTEREINANDER, FÜR ALLE CORRECTIONEN VERBESSERT.

Der Kasten war offen; die Beleuchtung geschah mittels reflectirten Sonnenlichtes.

| Beobachter. | 1876. | Temperatur Celsius im Zimmer. | II — I. | Z — S, I. | Z — S, II. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Erste Reihe. | | | |
| | 13 Mai | | | | |
| Woldringh | 19h 41m | 28°,11 | + 165,87 | + 877,61 | + 1295,88 |
| Bergmann | 20 59 | 28 ,51 | + 166,55 | 880,20 | 1297,55 |
| Woldringh | 21 40 | 28 ,84 | + 167,72 | 888,82 | 1304,79 |
| De Vletter | 22 12 | 29 ,12 | + 165,40 | 893,11 | 1312,27 |
| Woldringh | 22 55 | 29 ,28 | + 166,97 | 901,44 | 1319,04 |
| Bergmann | 23 40 | 29 ,57 | + 172,07 | 921,49 | 1336,51 |
| | 16 Mai | | | | |
| De Vletter | 0 46 | 29 ,51 | + 167,75 | 932,99 | 1337,46 |
| « | 1 41 | 29 ,72 | + 166,54 | 936,29 | 1367,18 |

| Beobachter. | 1876. | Temperatur Celsius im Zimmer. | II–I. | Z–S, I. | Z–S, II. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Zweite Reihe.** | | | |
| | 16 Mai | | | | |
| Woldringh | 19h 15m | 26°,51 | + 161,61 | + 744,77 | + 1155,85 |
| „ | 20 15 | 27 ,02 | 162,04 | 758,75 | 1162,57 |
| „ | 21 8 | 27 ,57 | 164,01 | 757,27 | 1174,76 |
| „ | 22 8 | 27 ,67 | 165,26 | 770,69 | 1188,72 |
| „ | 23 8 | 28 ,09 | 166,16 | 787,95 | 1205,48 |
| | 17 Mai | | | | |
| „ | 0 15 | 28 ,56 | 169,78 | 809,76 | 1228,51 |
| „ | 1 16 | 28 ,80 | 171,19 | 856,25 | 1254,55 |
| Im Mittel 1e Reihe | | 29 ,08 | 167,08 | 905,24 | 1323,81 |
| 2e „ | | 27 ,72 | 165,72 | 779,55 | 1195,71 |
| Mittel von 2 Reihen | | 28 ,40 | + 166,40 | + 842,50 | + 1259,76 |

Vereinigen wir nun die für die einzelnen Messstangen vor und nach der Basismessung bei Logantong gefundenen Resultate, so haben wir:

vor: $I_o = 4\ N_o - 262{,}50 - 774{,}75\ P + 675{,}20\ T,$
nach: $I_o = 4\ N_o - 277{,}45 - 890{,}50\ P + 819{,}82\ T,$

Im Mittel: $I_o = 4\ N_o - 269{,}9 - 832{,}4\ P + 746{,}5\ T.$

vor: $II_o = 4\ N_o - 85{,}60 - 1184{,}65\ Q + 697{,}40\ T,$
nach: $II_o = 4\ N_o - 76{,}56 - 1307{,}01\ Q + 815{,}42\ T,$

Im Mittel: $II_o = 4\ N_o - 80{,}0 - 1245{,}8\ Q + 756{,}4\ T.$

vor: $III_o = N_o + 55{,}10 - 70{,}10\ R + 162{,}50\ T,$
nach: $III_o = N_o + 62{,}22 - 90{,}88\ R + 199{,}50\ T,$

Im Mittel: $III_o = N_o + 58{,}7 - 80{,}5\ R + 180{,}9\ T.$

vor: $IV_o = N_o - 1{,}75 - 154{,}55\ S + 157{,}55\ T,$
nach: $IV_o = N_o - 3{,}95 - 189{,}27\ S + 186{,}91\ T,$

Im Mittel: $IV_o = N_o - 2{,}9 - 171{,}8\ S + 172{,}1\ T.$

Bei der Reduction der Messungen von $II_o$ ist die Correction von $+$ 6,4 Mikron wegen Nicht-Parallelismus der Fadenpaare, in den Mikrometern, und des abgesplitterten Zustandes der kleinen Glasscheibe der Stahlstange bei der Theilung $II_4$, angebracht, (Ie Abth., S. 85). Für die in der ersten Abtheilung besprochene Reduction der Basismessung bei Simplak war dies auch geschehen, wie daselbst S. 84 vermeldet ist, und wie man auch sieht, wenn man das für $II_o$ angegebene Resultat mit den Endresultaten S. 75 vergleicht. Für die im Jahre 1876, nach der Basismessung bei Logantong angestellten Vergleichungen konnte mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden, es sei nichts an den Mikroskopen des Comparators verändert.

Substituirt man in die oben gegebenen Mittel die werthe von P, Q, R und S, wie sie S. 8 angeführt sind, so hat man

$$
\begin{aligned}
I_o &= 4\,N_o - 267{,}8 - 94{,}6\ T, \\
II_o &= 4\,N_o - 95{,}7 - 558{,}9\ T, \\
III_o &= N_o + 59{,}5 + 96{,}5\ T, \\
IV_o &= N_o - 1{,}7 - 21{,}5\ T,
\end{aligned}
$$

und durch Addirung:

$$S_o = 10\,N_o \quad 505{,}7 \quad 558{,}5\ T.$$

Durch Substraction finden wir wieder den Unterschied zwischen den nach und vor der Basismessung bei Logantong gefundenen Längen. Das Resultat ist

| | Nach — Vor: | Mittlere Temp. C. |
|---|---|---|
| für $I_o$: | $-\ 15{,}15 - 115{,}85\ P + 146{,}62\ T$, | 27°,5, |
| » $II_o$: | $+\ 7{,}24 - 122{,}56\ Q + 118{,}02\ T$, | 27 ,5, |
| » $III_o$: | $+\ 7{,}12 - 20{,}78\ R + 57{,}20\ T$, | 27 ,0, |
| » $IV_o$: | $-\ 2{,}20 - 54{,}92\ S + 29{,}56\ T$, | 26 ,6. |

Durch Substitution von P, u. s. w. in T werden diese Ausdrücke:

| | | | |
|---|---|---|---|
| für $I_o$: | $-\ 14{,}86 + 29{,}55\ T$ | $= +\ 2{,}52$ | Mikron., |
| » $II_o$: | $+\ 5{,}70 \quad 9{,}20\ T$ | $= +\ 0{,}55$ | » , |
| » $III_o$: | $+\ 7{,}52 + 15{,}40\ T$ | $= +\ 16{,}27$ | » , |
| » $IV_o$: | $-\ 1{,}95 \quad 9{,}79\ T$ | $= -\ 7{,}64$ | » , |
| | also für das Decameter $S_o$ | $+\ 11{,}5$ | » , |

wo für T der, der Mitteltemperatur 27°,1 entsprechender, Werth 0,5815 benutzt worden ist.

Für die Basismessung bei Simplak wurde gefunden:

| | Nach — Vor: | Mittlere Temp. C. |
|---|---|---|
| für $I_o$: | $-\ 0{,}7 + 130{,}4\ P - 124{,}0\ T$, | 27°,4, |
| » $II_o$: | $-\ 4{,}0 + 128{,}6\ Q - 105{,}5\ T$, | 27 ,5, |
| » $III_o$: | $+\ 6{,}4 + 58{,}5\ R - 32{,}9\ T$, | 27 ,1, |
| » $IV_o$: | $-\ 3{,}0 + 17{,}2\ S - 25{,}5\ T$, | 26 ,5, |

oder nach Elimination der P, Q, R, S:

$$
\begin{array}{llrlrlll}
\text{für} & I_o: & & 1,0 & + & 7,8\,T & = & +\ \ 5,5 \text{ Mikron,} \\
\text{"} & II_o: & & 2,4 & + & 50,2\,T & = & +\ 15,2 \text{ " ,} \\
\text{"} & III_o: & + & 6,0 & + & 7,5\,T & = & +\ 10,2 \text{ " ,} \\
\text{"} & IV_o: & - & 5,1 & - & 6,1\,T & = & -\ \ 6,6 \text{ " ,}
\end{array}
$$

$$\text{also für das Decameter } S_o:\ +\ 25,5 \text{ " .}$$

Berücksichtigt man, dass die Verification nach der Basismessung bei Simplak auch als Verification vor der Basismessung bei Logantong diente, so scheint, in der Voraussetzung, das Normalmeter sei unverändert geblieben, eine stetige Verlängerung der Messstangen I, II und III und eine stetige Verkürzung der Messstange IV stattgefunden zu haben. Dieses Phänomen kann auf verschiedenen Ursachen beruhen. Es kommt mir vor, dass wenigstens bei Stange III, eine geringe Beweglichkeit des Stahlstriches, d. h. der Glas-Platte, auf welche dieser Strich gravirt ist, die Verlängerung veranlasst hat, denn die Temperatur ist bei den drei Vergleichungen nahezu gleich, und die Resultate sind folgende:

| | Temp. im Kasten. | III − N. | Zink − Stahl. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | III. | Normal. | III − N. |
| 1875, Vor Simplak: | 28°,04 | + 48,7 | 108,4 | 195,25 | 86,85 |
| 1874, Nach Simplak = Vor Logantong: | 26 ,08 | + 55,1 | 70,1 | 162,5 | 92,5 |
| 1876, Nach Logantong: | 27 ,81 | + 62,2 | 90,9 | 199,5 | − 108,6 |

Jedem Grade Celsius muss nach den nahezu bekannten Ausdehnungen des Stahls und des Zinks eine Aenderung von Z − S von etwa 17 Mikrons entsprechen.

Reducirt man die Z − S also auf 28°,04, so bekommt man:

| III − N. | | Unterschied mit 1875. | Z − S, III. | Unterschied mit 1875. | Z − S, Normal. | Unterschied mit 1875. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1875 | 48,7 | | 108,4 | | 195,25 | |
| 1874 | 55,1 | + 6,4 | 105,8 | − 4,8 | 196,0 | + 0,75 |
| 1876 | 62,2 | + 15,5 | 94,1 | 14,5 | 202,7 | + 7,45 |

Der Unterschied III − N bezieht sich auf die Stahlstangen der beiden Maasse; während also $S_{III} - S_N$ um 15,5 $\mu$ länger geworden ist, ist zu gleicher Zeit $(Z - S)_{III}$ um 14,5 $\mu$ kürzer geworden. Es fällt schwer, mit diesen Zahlen vor Augen, nicht an die Wandelbarkeit des Stahlstriches der Stange III zu glauben.

Zwar hat der Verfertiger die Vorrichtung so gemacht, dass die kleinen Glasscheiben, auf welchen der Stahlstrich und die Zinktheilung gezogen sind, zwischen 3 Punkten gehalten werden, (1e Abth. S. 8), und hat ein eigens zu diesem Zwecke angestellter Versuch, nämlich das Reiben oder Wischen mit einem mit Glacé-Leder überzogenen Ende eines Stöckchens, ein in dieser Hinsicht beruhigendes Resultat gegeben, (1e Abth. S. 80, wo gerade die Versuche der Stange III angeführt sind.) aber die Möglichkeit, dass durch das, mit dem bei einem Transport auf Wagen unvermeidlich verbundene, Zittern eine Versetzung von $\frac{1}{70}$ Millimeter möglich sei, kann schwerlich geläugnet werden, und muss am Besten durch

Messen untersucht werden, und oben stehen die Resultate der Messungen. Es bleibt uns aber nichts anders übrig, als das Mittel aus den vor und nach der Basismessung gefundenen Resultaten für die Basismessung selbst anzunehmen.

Was das Normalmeter anbetrifft, wird sich hier der Verdacht auf die Zinkstange lenken. Wir dürfen nicht vergessen in wie starkem Maasse das Zurückbleiben der Metalle, vorzüglich Zink, Unterschiede in den Messungen hervorrufen kann, was namentlich General Comstock, Chef der Triangulation der Canada-Seeen bewiesen hat *, und auch hinreichend durch die in der ersten und dieser Abtheilung angeführten Vergleichungen bestätigt wird.

Bei den Resultaten, von denen hier die Rede ist, treffen wir gleichfalls einen Unterschied an, der nur dadurch erklart werden kann, dass metallene Stangen, bei derselben Temperatur, nicht immer die gleiche Länge besitzen. Durch Addition findet man nämlich, nach der Basismessung bei Logantong:

$$I = 4\ N - 277,45 - 890,50\ Q + 819,82\ T \qquad \text{bei } 28°,16\ C.,$$

und, mit Rücksicht auf die schon besprochene Correction + 6,1:

$$II = 4\ N - 76,56 - 1507,01\ P + 815,42\ T \qquad \text{bei } 28°,17\ C.,$$

woraus:

$$II - I = 201,09 - 1507,01\ P + 890,50\ Q - 4,40\ T;$$

direct aber wurde gefunden:

$$II - I = 166,40 - 1259,76\ P + 842,50\ Q \qquad \text{bei } 28,40\ C.,$$

was also eine Differenz giebt

$$\begin{aligned} &= 54,69 - 47,25\ P + 48,00\ Q - 4,40\ T. \\ &= 54,69 - 28,55 \quad + 29,67 \quad - 2,56 \\ &= 55,47\ \mu \end{aligned}$$

Bereits im jahr 1872 wurde eine ähnliche Differenz von 7 oder 8 Mikrons gefunden, und sogar eine Differenz von 28 Mikrons zwischen zwei mit aller Sorgfalt durch die 24 Tagesstunden durchgemachte Vergleichungreihen (1^e Abth., S. 44 und 45.)

Wollte man die jetzt gefundene Differenzen unter die drei gemessenen Unterschiede vertheilen, so würde

$$\begin{aligned} &I - 4\ N \text{ die Correction } + 11,16\ \mu, \\ &II - 4\ N \quad « \quad « \quad - 11,16\ \mu, \\ &II - I \qquad\quad « \quad + 11,16\ \mu \end{aligned}$$

erhalten, und auf die Summe I + II würde also der gefundene Unterschied keinen Einfluss haben. Es besteht aber geringe Sicherheit, dass diese Vertheilung, obwohl die wahrscheinlichste, auch die wahre sei, und am Ende kann man nur den Schluss daraus ziehen, das Milliontel sei in der absoluten Längen der Messstangen dieses Apparates nicht zu verbürgen. Es wird sich später zeigen dass doch eine hinreichende Compensirung aller nachtheiligen Einflüsse stattgefunden hat.

Die Summe der vier Messstangen, die zusammen 10 Meter machen, wird bei der Basismessung bei Logantong um $\frac{1}{2}$ (11,5 + 22,5) = 16,8 Mikrons grösser, als bei der Basismessung bei Simplak angenommen werden müssen.

---

* Annual Report upon the Surveys of the Northern and Northwestern Lakes, in charge of C. B. Comstock, being Appendix T T of the Annual Report of the Chief Engineer for 1881. Washington 1881, Appendix n° 3.

In diesem Appendix sind die im Februar und Marz 1881 angestellten Versuche mitgetheilt, durch welche bewiesen wird, dass eine Zinkstange, von 11° F. bis 75° F. erhitzt, und dann wieder bis 43° F abgekühlt, 7 Mikrons pro Meter länger geworden ist, während eine Abkühlung bis auf — 1° bis — 7° F. eine entgegengesetzte Wirkung erzielte, so dass alsdann eine Verkürzung um eine nahezu gleiche Grösse stattfinden kann. Die Stahlstangen scheinen diese Eigenschaft in viel geringerem (siebenmal kleinerem Maasse zu besitzen.

## ABLEITUNG DER WIRKLICHEN LÄNGE DER BASIS.

Im Ganzen sind bei der Basismessung bei Logantong die nachfolgenden Zahlen der Messstangen benutzt worden:

| | I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|
| 1[er] bis 3[er] Theil: | 300 I, | 300 II, | 300 III, | 300 IV, |
| 4[er] « : | 118, | 117, | 117, | 118, |
| Zusammen: | 418, | 417, | 417, | 418. |

Das Mittel aus den beiden Messungen hat also nach S. 66 und 75, für die Länge der Basis ergeben:

$$417\ S_o + I_o + IV_o - 102925 + 521544\ P + 499185\ Q + 40515\ R + 80625\ S,$$

alles in Mikrons ausgedruckt.

Substituiren wir hierin die Werthe von P, Q, R und S aus Seite 8 und die Werthe von $S_o$, $I_o$ und $IV_o$ aus S. 75, so finden wir:

$$\begin{aligned}
417\ S_o &= 4170\ N_o - 0{,}252894\ T - 0{,}127477 \text{ Meter} \\
I_o &= \quad\ \ 1\ N_o \quad\ 0{,}000095\ T - 0{,}000268 \ « \\
IV_o &= \quad\ \ 1\ N_o - 0{,}000022\ T - 0{,}000002 \ « \\
-\ 102925 &= \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\ \ 0{,}102925 \ « \\
+\ 521544\ P &= \qquad\quad + 0{,}524718\ T - 0{,}000816 \ « \\
+\ 499185\ Q &= \qquad\quad + 0{,}519005\ T + 0{,}006290 \ « \\
+\ 40515\ R &= \qquad\quad + 0{,}042290\ T - 0{,}000591 \ « \\
+\ 80625\ S &= \qquad\quad + 0{,}090846\ T - 0{,}000576 \ « \\
\hline
\text{Basis} &= 4175\ N_o + 0{,}745846\ T - 0{,}226165 \ «
\end{aligned}$$

Substituiren wir hierin $N_o = 1{,}000\ 159\ 81$ Meter und $T = 0{,}5826$, so finden wir:

$$\begin{aligned}
4175\ N_o &= 4\,175{,}\ 667\,207 \\
0{,}745846\ T &= \qquad 0{,}\ 435\,565 \\
&\quad - \ 0{,}\ 226\,165
\end{aligned}$$

Basis = 4 175, 874 409 Mètres des Archives.

## DIE KLEINEN NOCH ANZUBRINGENDEN CORRECTIONEN.

Bei der Reduction der Basismessung bei Simplak habe ich verschiedene kleine Correctionen untersucht, welche an der für die Basis gefundenen Länge noch anzubringen waren. Auf eine durchaus gleiche Art ist die Berechnung auch für die Basis bei Logantong durchgeführt.

1. Es wurde für die Correction wegen der Ausdehnung der Mikroskopträger gefunden:

| | Erste Messung. | Zweite Messung. |
|---|---|---|
| Erster Theil, A bis L: | + 0,765 mM. | + 0,735 mM. |
| Zweiter « , M « V: | + 0,711 « | + 0,652 « |
| Dritter « , W « AA: | + 0,449 « | + 0,454 « |
| Vierter « , BB « GG: | + 0,545 « | + 0,519 « |
| Summe | + 2,470 « | + 2,340 « |

Also im Mittel 2,405 mM., d. h. beinahe 0,6 Milliontel der Basis.

2. Die kurzen Messstangen wurden immer so nahe als möglich horizontal gestellt, so dass die Correction für ihre Neigung ebenso wie bei der Basis von Simplak, (2e Abth. S. 27), gänzlich vernachlässigt werden konnte.

3. Die Correction, welche daraus hervorgeht, dass, bei der Berechnung der Correction für Neigung der langen Messstangen, vorläufig angenommene Längen dieser Stangen angewandt sind, ergab sich, bei der Reduction der Basis von Simplak, = 0,000 14 des Ganzen.

Bei der Berechnung der Correction für Neigung wurden hier dieselben Längen wie dort benutzt; die Verbesserung der Correction selbst betrug — 98671 Mikrons, also die Verbesserung für die ganze Basis — 14 Mikrons.

4. Was die Theilungsfehler anbetrifft, weil die mittlere Temperatur bei der Basis bei Logantong, (30°,37) wenig höher war, als bei jener bei Simplak, (28°,2), so war vorauszusehen, dass auch nahezu dieselben Theilstriche abgelesen waren. Die Correction für die Theilungsfehler betrug damals — 0,51 Milliontel, was wir hier der Kürze halber auch angenommen haben. Für die Basis von 4175 Meter, ist sie also = — 2,129 mM.

5. Zuletzt kommt die Correction für Höhe über der Oberfläche des Meeres. Die Commission für die Irrigationswerke in Demak verschaffte ein Datum für die Bestimmung der Höhe der verschiedenen Basistheile über dem mittleren Niveau des Meeres. Es wurde durch genaue Nivellirung für die mittlere Höhe des Bodens gefunden:

Für den ersten Theil A — L. . . . 6,90 Meter,
« « zweiten « M — V. . . . 7,15 « ,
« « dritten « W — AA. . . 8,06 « ,
« « vierten « BB — GG. . . 9,06 « ,

wobei noch 0,9 Meter wegen der Höhe der Messstangen über den Boden hinzugefügt werden muss.

Es war für die Basis die mittlere Polhöhe = 6°39 11″, das Azimuth = 315° 5′, und damit R = 6 378 096 Meter. Die Reduction der verschiedenen Theile wurde also gefunden:

| | | | |
|---|---|---|---|
| des ersten | Theiles | $1000 \times 7{,}80 : (R + h) =$ | — 1,227 mM. |
| « zweiten | « | $1000 \times 8{,}05 : (R + h) =$ | — 1,263 « |
| « dritten | « | $1000 \times 8{,}96 : (R + h) =$ | — 1,409 « |
| « vierten | « | $1175 \times 9{,}96 : (R + h) =$ | — 1,841 « |
| | | Zusammen: | — 5,740 « |

## ENDRESULTAT FÜR die BASIS.

Wir finden also für die auf die Oberfläche des Meeres reducirte Länge der Basis bei Logantong:

| | | |
|---|---|---|
| | | 4 175,874 409 |
| Correction wegen | Ausdehnung der Mikroskopträger . . . . . . . . . . . . . | + 0,002 405 |
| | Neigung der kurzen Messstangen . . . . . . . . . . . . | 0,000 000 |
| | Vergrösserung der Correction für Neigung der langen Messstangen. | — 0,000 014 |
| | Theilungsfehler . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | — 0,002 129 |
| | Seehöhe . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | — 0,005 740 |
| | Summe . . . . . . . . . . . . . . . | 4 175,868 951 Mètres des Archives, |
| | | Log. = 3,620 7468.6 |

## § 11. Die Verbindung der Basis mit dem primären Dreiecksnetze.

Ausser den beiden Endpunkten der Basis, enthält das ganze Verbindungsnetz, Tafel X und XI, 8 Stationen, deren vier, nl. **6** (Banjoepahit), **8** (Sakan), **9** (Gading) und **10** (Segorogoenoeng) zum primären Dreiecksnetze gehören.

Zur Controle der Basismessung wurde unweit der Dessa Kaligong, ungefähr 5,5 Meter von der Glaskugel, welche 2000 Meter vom Anfangspunkte eingemauert war, ein Pfeiler gebaut, dessen Azimuth und Entfernung zu jener Glaskugel bestimmt wurde. Von diesem Pfeiler aus wurden die Richtungen nach den Endpunkten der Basis, (**1** Logantong und **2** Penoenggalan), und den Punkten **3** (Bandong) und **4** (Weroe) gemessen, während auf diesen vier Stationen auch der Pfeiler Kaligong in der Basismessung aufgenommen wurde.

Der Zweck war also analog der Basismessung in Simplak, nämlich den einen Theil der Basis durch den anderen zu controliren. Bei der Berechnung, zu Utrecht, zeigten sich aber Unterschiede von 6 bis 7 Centimeter, welche unmöglich der Basismessung zugeschrieben, sehr gut aber aus dem folgenden Umstande erklart werden konnten.

Die Glaskugel wurde im August 1875, wenige Centimeter unter der Oberfläche des Fahrweges, eingemauert. Der Trachytblock, worin dieselbe gefasst ist, ruht auf einer leichten Fundirung von Ziegelsteinen; der ringsum übrigbleibende Raum wurde mit Cement und Schutt ausgefüllt. Die Azimuthbestimmung auf dem Pfeiler Kaligong und die Messung der Distanz vom Pfeiler bis zur Kugel fand aber im September 1876 statt, also um mehr als ein Jahr nach der Einmauerung.

Nimmt man in Betracht, dass die grosse Hitze während des Ostmonsuns im thonigen Boden öfters Risse verursacht, dass während des Westmonsuns die Gegend häufig mehr oder weniger überschwemmt wird, und dass längs des Fahrweges viele mit Producten beladene Karren nach Samarang befördert werden, so kann es nicht befremden, dass nach so langer Zeit der Trachytblock sich um einige Centimeter verschoben hat. Der Punkt Kaligong hat also für die Controle keinen Werth; er kommt zwar in den Messungstabellen vor, auch wurden die Messungen daselbst auf die gewöhnliche Art ausgeglichen; er ist aber in die Ausgleichung des Verbindungsnetzes nicht aufgenommen worden.

Die Winkelmessungen wurden grösstentheils von Herrn Ingenieur Soeters mit dem zwölfzolligen Universal-Instrument von Repsold ausgeführt. Das Instrument wurde jedesmal auf die nämliche Art centrirt, wie in der 2ten Abth. S. 11 beschrieben ist, während auch, soweit dies **1, 2, 3,** und **4** betrifft, auf Heliotropschirme (2e Abth., Tafel VI, die 1e Figur ohne Nummer), und nach den übrigen Punkten auf gewöhnliche Heliotropen gerichtet wurde. Es folgen hier die Tabellen der erhaltenen Winkelmessungen. Die Ausgleichung auf der Station geschah nach der Bessel'schen Methode, jedoch theilweise mittels einer von Prof. Schols in Delft herrührenden, sehr praktischen Einrichtung der Formulare.

## 1 LOGANTONG.

Beobachter: Soeters. Instrument: (12 z.) Repsold mit gebrochenem Fernrohre.

| N°. | 1876 | Bandong. | Objectiv. | 3 Bandong Heliotrop u. Spalt. | 5 Basé Heliotrop. | Kaligong Heliotrop u. Spalt. | 2 Penoenggalan Heliotrop u. Spalt. | 4 Weroe Heliotrop u. Spalt. | 6 Banjoepahit. Heliotrop. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0° 0′ | 10° 35′ | 39° 42′ | 39° 49′ | 66° 16′ | 86° 57′ |
| 1 | 23 März | 0° 0′ 0″ | l. u. r. | 0″,00 | 41″,69 | 60″,43 | 10″,63 | 37″,41 | 54″,48 |
| 2 | 24 « | 31 4 40 | « | 0 ,00 | 41 ,00 | 58 ,69 | 8 ,38 | 36 ,02 | 54 ,59 |
| 3 | 25 « | 62 8 20 | « | 0 ,00 | 41 ,56 | 59 ,04 | 9 ,19 | 39 ,22 | 54 ,73 |
| 4 | 25, 26 « | 93 13 0 | « | 0 ,00 | 40 ,19 | 59 ,42 | 8 ,51 | 39 ,03 | 54 ,35 |
| 5 | 26 bis 28 « | 124 17 20 | « | 0 ,00 | 40 ,08 | 60 ,96 | 10 ,54 | 40 ,28 | 55 ,13 |
| 6 | 27 « | 155 21 40 | « | 0 ,00 | 41 ,50 | 59 ,22 | 8 ,38 | 37 ,94 | 54 ,09 |

### RESULTATE.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Bandong | 0° | 0′ | 0″,00 | + | (6) |
| 5 | Basé | 10 | 35 | 41 ,00 | + | (7) |
| | Kaligong | 39 | 42 | 59 ,63 | | |
| 2 | Penoenggalan | 39 | 49 | 9 ,27 | + | (8) |
| 4 | Weroe | 66 | 16 | 38 ,52 | + | (9) |
| 6 | Banjoepahit | 86 | 57 | 54 ,56 | + | (10) |

## KALIGONG.

Beobachter: Soeters. Instrument: (12 z.) Repsold.

| N°. | 1876 | Logantong. | Objectiv. | Logantong Heliotrop u. Spalt. | Bandong Heliotrop u. Spalt. | Penoenggalan Heliotrop u. Spalt. | Weroe Heliotrop u. Spalt. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0° 0′ | 113° 52′ | 180° 11′ | 221° 52′ |
| 1 | 29 bis 31 März | 0° 0′ 0″ | l. u. r. | 0″,00 | 17″,47 | 47″,57 | 15″,64 |
| 2 | 30 « | 31 4 20 | « | 0 ,00 | 17 ,85 | 50 ,11 | 15 ,08 |
| 3 | 30, 31 « | 62 8 40 | « | 0 ,00 | 19 ,68 | 48 ,95 | 14 ,91 |
| 4 | 31 « | 93 13 0 | « | 0 ,00 | 21 ,35 | 48 ,48 | 15 ,81 |
| 5 | 1 April | 124 17 20 | « | 0 ,00 | 18 ,55 | 47 ,57 | 17 ,33 |
| 6 | 1, 2 « | 155 21 40 | « | 0 ,00 | 18 ,09 | 47 ,45 | 16 ,52 |

### RESULTATE.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Logantong | 0° | 0′ | 0″,00 |
| 3 | Bandong | 113 | 52 | 18 ,83 |
| 2 | Penoenggalan | 180 | 11 | 48 ,35 |
| 4 | Weroe | 221 | 52 | 15 ,88 |

## 2 PENOENGGALAN.

Beobachter: Soeters. Instrument: (12 z.) Repsold.

| N°. | 1876 | | Weroe. | Objectiv. | Weroe Heliotrop u. Spalt. | Logantong Heliotrop u. Spalt. | Kaligong Heliotrop u. Spalt. | Bandong Heliotrop u. Spalt. | Basé Heliotrop. | Banjoepahit Heliotrop. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0° 0′ | 100° 21′ | 100° 27′ | 169° 12′ | 257° 51′ | 336° 58′ |
| 1 | 13, 14 | März. | 0° 1 0′ | l. u. r. | 0′,00 | 53′,75 | 12′,91 | 34″,49 | | |
| 2 | 13 | « | 62 8 40 | « | 0 ,00 | 54 ,60 | 13 ,43 | 33 ,60 | | |
| 3 | 13 | « | 93 13 0 | « | 0 ,00 | 54 ,96 | 13 ,11 | 32 ,87 | | |
| 4 | 13 | « | 124 17 20 | « | 0 ,00 | 56 ,53 | 16 ,56 | 33 ,18 | | |
| 5 | 13 | « | 155 21 40 | « | 0 ,00 | 52 ,60 | 13 ,46 | 33 ,24 | | |
| 6 | 16 | « | 15 30 10 | « | 0 ,00 | 53 ,19 | 13 ,43 | 34 ,33 | | |
| 7 | 16 | « | 46 36 30 | « | 0 ,00 | 56 ,07 | 16 ,00 | 33 ,10 | | |
| 8 | 17 | « | 77 40 50 | « | 0 ,00 | 53 ,95 | 14 ,19 | 33 ,77 | | |
| 9 | 18 | « | 108 45 10 | « | 0 ,00 | 59 ,04 | 17 ,34 | 34 ,10 | | |
| 10 | | « | 139 49 30 | « | 0 ,00 | 54 ,40 | 13 ,73 | 32 ,85 | | |
| 11 | 20 | « | 170 53 50 | « | 0 ,00 | 54 ,07 | 13 ,57 | 33 ,00 | | |
| 12 | 18 | « | 0 0 0 | « | 0 ,00 | | | | 12′,84 | 31′,70 |
| 13 | 19 | « | 62 8 40 | « | 0 ,00 | | | | 16 ,26 | 29 ,92 |
| 14 | 19 | « | 93 13 0 | « | 0 ,00 | | | | 17 ,51 | 30 ,65 |
| 15 | 20 | « | 124 17 20 | « | 0 ,00 | | | | 18 ,56 | 31 ,88 |
| 16 | 21 | « | 155 21 40 | « | 0 ,00 | | | | 16 ,45 | 32 ,13 |
| 17 | 14 | « | 31 4 20 | « | 0 ,00 | 51 ,39 | 11 ,81 | 33 ,29 | 15 ,75 | 29 ,28 |

### RESULTATE.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Weroe | 0° | 0′ | 0″00 | + | (1) |
| 1 | Logantong | 100 | 21 | 54 ,51 | + | (2) |
| | Kaligong | 100 | 27 | 14 ,45 | | |
| 3 | Bandong | 169 | 12 | 33 ,48 | + | (3) |
| 5 | Basé | 257 | 51 | 16 ,47 | + | (4) |
| 6 | Banjoepahit | 336 | 58 | 31 ,20 | + | (5) |

## 3 BANDONG.

Beobachter: Soeters. Instrument: (12 z.) Repsold.

| N°. | 1876 | Basé. | Objectiv. | Basé Heliotrop. | Penoeng-galan Heliotrop u. Spalt. | Weroe Heliotrop u. Spalt. | Kaligong Heliotrop u. Spalt. | Logantong Heliotrop u. Spalt. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0° 0′ | 92° 50′ | 97° 42 | 157° 45′ | 164° 9′ |
| 1 | 5, 4 April | 0° 0′ 0′ | l. u. r. | 0′,00 | 22′,47 | 27′,99 | 11′,82 | 55′,87 |
| 2 | 4, 5 « | 51 4 20 | « | 0 ,00 | 20 ,86 | 27 ,55 | 12 ,55 | 55 ,72 |
| 3 | 5 « | 62 8 40 | « | 0 ,00 | 25 ,51 | 50 ,56 | 12 ,96 | 55 ,96 |
| 4 | 6 « | 95 15 0 | « | 0 ,00 | 22 ,44 | 29 ,51 | 10 ,99 | 52 ,95 |
| 5 | 7 « | 155 21 40 | « | 0 ,00 | 21 ,97 | 28 ,51 | 10 ,29 | 52 ,55 |
| 6 | 7 « | 124 17 20 | « | 0 ,00 | 22 ,66 | | | |
| | | | | | 0° 0′ | 4° 52 | 44° 54 | 71° 19′ |
| 7 | 6 « | 124 17 20 | « | | 0′,00 | 7′,18 | 48′,85 | 29′,40 |

### RESULTATE.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Basé | 0° | 0′ | 0′,00 | + | (11) |
| 2 | Penoenggalan | 92 | 50 | 22 ,54 | + | (12) |
| 4 | Weroe | 97 | 42 | 28 ,96 | + | (15) |
| | Kaligong | 157 | 45 | 11 ,72 | | |
| 1 | Logantong | 164 | 9 | 55 ,21 | + | (14) |

## 4 WEROE.

Beobachter: Soeters. Instrument: (12 z.) Repsold.

| N°. | 1876 | Logantong. | Objectiv. | Logantong Heliotrop u. Spalt. | Kaligong Heliotrop u. Spalt. | Bandong Heliotrop u. Spalt. | Penoeng-galan Heliotrop u. Spalt. | Basé Heliotrop. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0° 0′ | 14° 58 | 47° 15′ | 55° 10 | 100° 1′ |
| 1 | 9, 10 April | 0° 0 0′ | l. u. r. | 0′,00 | 58′,74 | 56′,72 | 55′,95 | 28′,59 |
| 2 | 11 « | 95 15 0 | « | 0 ,00 | 57 ,90 | 59 ,55 | 57 ,92 | 51 ,12 |
| 3 | 11, 12 « | 124 17 20 | « | 0 ,00 | 58 ,49 | 59 ,57 | 56 ,80 | 51 ,55 |
| 4 | 10 « | 51 4 20 | « | 0 ,00 | 56 ,96 | 56 ,17 | 55 ,55 | |
| 5 | 10 « | 62 8 40 | « | 0 ,00 | 57 ,22 | 55 ,51 | 55 ,69 | |
| 6 | 15 « | 155 21 40 | « | 0 ,00 | 56 ,97 | 55 ,59 | 55 ,96 | |
| 7 | 14 « | 155 21 40 | « | 0 ,00 | | | | 28 ,24 |
| 8 | 14 « | 51 4 20 | « | 0 ,00 | | | | 28 ,58 |
| 9 | 14 « | 62 8 40 | « | 0 ,00 | | | | 29 ,62 |

### RESULTATE.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Logantong | 0° | 0′ | 0′,00 | + | (15) |
| | Kaligong | 14 | 58 | 57 ,58 | | |
| 3 | Bandong | 47 | 15 | 56 ,99 | + | (16) |
| 2 | Penoenggalan | 55 | 10 | 56 ,18 | + | (17) |
| 5 | Basé | 100 | 1 | 29 ,26 | + | (18) |

## 2 PENOENGGALAN.

Beobachter: Soeters. Instrument: (12 z.) Repsold.

| N°. | 1876 | | Weroe. | Objectiv. | Weroe Heliotrop u. Spalt. | Logantong Heliotrop u. Spalt. | Kaligong Heliotrop u. Spalt. | Bandong Heliotrop u. Spalt. | Basé Heliotrop. | Banjoepahit Heliotrop. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0° 0' | 100° 21' | 100° 27' | 169° 12' | 257° 51' | 356° 58 |
| 1 | 13, 14 | März. | 0° 1' 0" | l. u. r. | 0',00 | 55',75 | 12',91 | 54',49 | | |
| 2 | 15 | « | 62 8 40 | « | 0 ,00 | 54 ,60 | 15 ,45 | 55 ,60 | | |
| 3 | 15 | « | 93 13 0 | « | 0 ,00 | 54 ,96 | 15 ,11 | 52 ,87 | | |
| 4 | 15 | « | 124 17 20 | « | 0 ,00 | 56 ,55 | 16 ,56 | 55 ,18 | | |
| 5 | 15 | « | 155 21 40 | « | 0 ,00 | 52 ,60 | 15 ,46 | 55 ,24 | | |
| 6 | 16 | « | 15 30 10 | « | 0 ,00 | 55 ,19 | 15 ,45 | 54 ,55 | | |
| 7 | 16 | « | 46 36 50 | « | 0 ,00 | 56 ,07 | 16 ,00 | 55 ,10 | | |
| 8 | 17 | « | 77 40 50 | « | 0 ,00 | 55 ,95 | 14 ,19 | 55 ,77 | | |
| 9 | 18 | « | 108 45 10 | « | 0 ,00 | 59 ,04 | 17 ,54 | 54 ,10 | | |
| 10 | | « | 139 49 30 | « | 0 ,00 | 54 ,40 | 15 ,75 | 52 ,85 | | |
| 11 | 20 | « | 170 55 50 | « | 0 ,00 | 54 ,07 | 15 ,57 | 55 ,00 | | |
| 12 | 18 | « | 0 0 0 | « | 0 ,00 | | | | 12',84 | 51',70 |
| 13 | 19 | « | 62 8 40 | « | 0 ,00 | | | | 16 ,26 | 29 ,92 |
| 14 | 19 | « | 93 13 0 | « | 0 ,00 | | | | 17 ,51 | 30 ,65 |
| 15 | 20 | « | 124 17 20 | « | 0 ,00 | | | | 18 ,56 | 31 ,88 |
| 16 | 21 | « | 155 21 40 | « | 0 ,00 | | | | 16 ,45 | 32 ,15 |
| 17 | 14 | « | 31 4 20 | « | 0 ,00 | 51 ,59 | 11 ,81 | 55 ,29 | 15 ,75 | 29 ,28 |

### RESULTATE.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Weroe | 0° | 0' | 0"00 | + | (1) |
| 1 | Logantong | 100 | 21 | 54,51 | + | (2) |
| | Kaligong | 100 | 27 | 14,45 | | |
| 3 | Bandong | 169 | 12 | 55,48 | + | (3) |
| 5 | Basé | 257 | 51 | 16,47 | + | (4) |
| 6 | Banjoepahit | 356 | 58 | 31,20 | + | (5) |

## 3 BANDONG.

Beobachter: Soeters. Instrument: (12 z.) Repsold.

| N°. | 1876 | Basé. | Objectiv. | Basé Heliotrop. | Penoeng-galan Heliotrop u. Spalt. | Weroe Heliotrop u. Spalt. | Kaligong Heliotrop u. Spalt. | Logantong Heliotrop u. Spalt. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0° 0′ | 92° 50′ | 97° 42′ | 137° 45′ | 164° 9′ |
| 1 | 3 , 4 April | 0° 0′ 0′ | l. u. r. | 0′,00 | 22′,47 | 27′,99 | 11′,82 | 55′,87 |
| 2 | 4 , 5 « | 51 4 20 | « | 0 ,00 | 20 ,86 | 27 ,55 | 12 ,55 | 55 ,72 |
| 3 | 5 « | 62 8 40 | « | 0 ,00 | 25 ,51 | 30 ,56 | 12 ,96 | 55 ,96 |
| 4 | 6 « | 93 15 0 | « | 0 ,00 | 22 ,44 | 29 ,51 | 10 ,99 | 52 ,95 |
| 5 | 7 « | 155 21 40 | « | 0 ,00 | 21 ,97 | 28 ,51 | 10 ,29 | 52 ,55 |
| 6 | 7 « | 124 17 20 | « | 0 ,00 | 22 ,66 | | | |
| | | | | | 0° 0′ | 4° 52 | 44° 54 | 71° 19′ |
| 7 | 6 « | 124 17 20 | « | | 0′,00 | 7′,18 | 48′,85 | 29′,40 |

### RESULTATE.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Basé | 0° | 0′ | 0′,00 | + | (11) |
| 2 | Penoenggalan | 92 | 50 | 22 ,54 | + | (12) |
| 4 | Weroe | 97 | 42 | 28 ,96 | + | (13) |
| | Kaligong | 137 | 45 | 11 ,72 | | |
| 1 | Logantong | 164 | 9 | 55 ,21 | + | (14) |

## 4 WEROE.

Beobachter: Soeters. Instrument: (12 z.) Repsold.

| N°. | 1876 | Logantong. | Objectiv. | Logantong Heliotrop u. Spalt. | Kaligong Heliotrop u. Spalt. | Bandong Heliotrop u. Spalt. | Penoeng-galan Heliotrop u. Spalt. | Basé Heliotrop. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0° 0′ | 14° 58′ | 47° 15′ | 55° 10′ | 100° 1′ |
| 1 | 9, 10 April | 0° 0′ 0′ | l. u. r. | 0′,00 | 58′,74 | 56′,72 | 55′,95 | 28′,59 |
| 2 | 11 « | 95 15 0 | « | 0 ,00 | 57 ,90 | 59 ,55 | 57 ,92 | 51 ,12 |
| 3 | 11, 12 « | 124 17 20 | « | 0 ,00 | 58 ,49 | 59 ,37 | 56 ,80 | 51 ,55 |
| 4 | 10 « | 51 4 20 | « | 0 ,00 | 56 ,96 | 56 ,17 | 55 ,55 | |
| 5 | 10 « | 62 8 40 | « | 0 ,00 | 57 ,22 | 55 ,51 | 55 ,69 | |
| 6 | 13 « | 155 21 40 | « | 0 ,00 | 56 ,97 | 55 ,59 | 55 ,96 | |
| 7 | 14 « | 155 21 40 | « | 0 ,00 | | | | 28 ,24 |
| 8 | 14 « | 51 4 20 | « | 0 ,00 | | | | 28 ,58 |
| 9 | 14 « | 62 8 40 | « | 0 ,00 | | | | 29 ,62 |

### RESULTATE.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Logantong | 0° | 0′ | 0′,00 | + | (15) |
| | Kaligong | 14 | 58 | 57 ,58 | | |
| 3 | Bandong | 47 | 15 | 56 ,99 | + | (16) |
| 2 | Penoenggalan | 55 | 10 | 56 ,18 | + | (17) |
| 5 | Basé | 100 | 1 | 29 ,26 | + | (18) |

## 5 BASÉ.

Beobachter: Soeters. Instrument: (12 z.) Repsold.

Objectiv überall links und rechts.

| 1876 | Gading. | Gading. | Segoro-goe-noeng. | Sang-grah. | Salem. | Banjoe-pahit. | Weroe. | Penoeng-galan. | Logan-tong. | Ban-dong. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0° 0′ | 33° 37′ | 65° 37′ | 103° 8′ | 130° 56′ | | | | |
| 3, 4 Juni | 150° 51′ 40″ | 0″,00 | 41″,77 | 55″,24 | 52″,75 | 56″,15 | | | | |
| 4 « | 90 31 0 | 0 ,00 | 40 ,72 | 56 ,54 | 53 ,75 | 59 ,82 | | | | |
| 4, 5 « | 30 10 20 | 0 ,00 | 41 ,08 | 54 ,08 | 54 ,00 | 58 ,41 | | | | |
| 5 « | 120 41 20 | 0 ,00 | 41 ,85 | 56 ,14 | 54 ,46 | 58 ,45 | | | | |
| 6 « | 60 20 40 | 0 ,00 | 40 ,27 | 54 ,85 | 54 ,95 | 59 ,96 | | | | |
| 6 « | 0 0 0 | 0 ,00 | 41 ,60 | 54 ,62 | 51 ,20 | 56 ,69 | | | | |
| | | | | | | 0° 0′ | 46° 13′ | 57° 13′ | 70° 30′ | 75°,45 |
| 31 Mai | 0 0 0 | | | | | 0 ,00 | 6″,90 | 50″,52 | 59″,87 | 4″,66 |
| 31 «, 1 Juni | 60 20 40 | | | | | 0 ,00 | 3 ,87 | 48 ,56 | 56 ,47 | 3 ,12 |
| 1 Juni | 120 41 20 | | | | | 0 ,00 | 2 ,88 | 46 ,76 | 55 ,52 | 1 ,59 |
| 2 « | 30 10 20 | | | | | 0 ,00 | 6 ,98 | 49 ,78 | 55 ,65 | 3 ,25 |
| 2 « | 90 31 0 | | | | | 0 ,00 | 2 ,58 | 45 ,62 | 55 ,52 | — 1 ,16 |
| 2, 3 « | 150 51 40 | | | | | 0 ,00 | 4 ,56 | 49 ,15 | 57 ,71 | 2 ,24 |

### RESULTATE.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | Gading | 0° | 0′ | 0″,00 | ± | (19) |
| 10 | Segorogoenoeng | 33 | 37 | 41 ,21 | ± | (20) |
| 7 | Sanggrah | 65 | 37 | 55 ,21 | ± | (21) |
| 7 | Salem | 103 | 8 | 53 ,52 | ± | (22) |
| 6 | Banjoepahit | 130 | 56 | 58 ,24 | ± | (23) |
| 4 | Weroe | 176 | 30 | 2 ,87 | ± | (24) |
| 2 | Penoenggalan | 187 | 30 | 46 ,64 | ± | (25) |
| 1 | Logantong | 201 | 7 | 54 ,67 | ± | (26) |
| 3 | Bandong | 206 | 22 | 0 ,55 | ± | (27) |

## 6 BANJOEPAHIT.

Beobachter: 1871, Flory. Instrument: (10 z.) Gross P. M. I.
« 1877, Soeters. « (12 z.) Repsold.

| 1871 | Salem. | Logan-tong. | Penoeng-galan. | Basé. | Gading. | Sang-grah. | Salem. | Mer-baboe. | Oena-rang. | Moeara Demak. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0° 0′ | 9° 28′ | 33° 7′ | | 97° 24′ | | | | |
| | | | | | | | 0° 0′ | | 113° 8′ | 180° 3′ |
| 30 Juni | 0° 0′ 0″ | | | | | | 0″,00 | | 46″,04 | 30 ,86 |
| 30 « | 31 5 20 | | | | | | 0 ,00 | | 46 ,51 | 29 ,05 |
| 30 « | 62 10 40 | | | | | | 0 ,00 | | 44 ,27 | 29 ,56 |
| 30 « | 93 16 0 | | | | | | 0 ,00 | | 47 ,12 | 28 ,59 |
| | | | | | 0° 0′ | | 94° 10′ | | 207° 19′ | 174° 16′ |
| 2 Juli | 124 21 20 | | | | 0″,00 | | 40″,64 | | | 12″,30 |
| 3 « | 124 21 20 | | | | 0 ,00 | | 38 ,79 | | 24″ 80 | 8 ,92 |
| 3 « | 155 26 40 | | | | 0 ,00 | | 40 ,58 | | 25 ,04 | 10 ,17 |
| 3 « | 0 0 0 | | | | 0 ,00 | | 41 ,83 | | | |
| 4 « | 31 5 20 | | | | 0 ,00 | | 41 ,70 | | | |
| 4 « | 62 10 40 | | | | 0 ,00 | | 40 ,53 | | | |
| | | | | | | | | 164° 31′ | | |
| 4 « | 93 16 0 | | | | 0 ,00 | | 38 ,53 | 6″64 | | |
| | | | | | | | 0° 0′ | 70° 20′ | | |
| 7 « | 0 0 0 | | | | | | 0″,00 | 28″62 | | |
| 7 « | 31 5 20 | | | | | | 0 ,00 | 26 ,48 | | |
| 7 « | 62 10 40 | | | | | | 0 ,00 | 27 ,05 | | |
| 7 « | 124 21 20 | | | | | | 0 ,00 | 26 ,87 | | |
| 1877 | Logantong. | | | | 58° 59′ | | 153° 9′ | | | |
| 17 März. | 0 0 0 | 0″,00 | 15″,45 | 10″,75 | 1″,50 | 57″,19 | 44″,04 | | | |
| 18, 19 « | 60 20 40 | 0 ,00 | 13 ,50 | 10 ,46 | 2 ,95 | 59 ,16 | 45 ,54 | | | |
| 19 « | 120 40 20 | 0 ,00 | 14 ,22 | 10 ,09 | 3 ,07 | 59 ,50 | 44 ,64 | | | |
| 20 « | 30 10 20 | 0 ,00 | 13 ,80 | 8 ,57 | 1 ,82 | 58 ,94 | 45 ,25 | | | |
| 20 « | 90 31 0 | 0 ,00 | 12 ,95 | 8 ,55 | 3 ,41 | 40 ,40 | 41 ,64 | | | |
| 20 « | 150 51 40 | 0 ,00 | 14 ,33 | 11 ,07 | 2 ,42 | 57 ,58 | 42 ,85 | | | |

### RESULTATE.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Logantong | 0° | 0′ | 0″,00 | + | (28) |
| 2 | Penoenggalan | 9 | 28 | 13 ,71 | + | (29) |
| 5 | Basé | 33 | 7 | 9 ,92 | + | (30) |
| 9 | Gading | 58 | 59 | 2 ,72 | + | (31) |
| 7 | Sanggrah | 97 | 24 | 38 ,76 | + | (32) |
| 8 | Salem | 153 | 9 | 43 ,43 | + | (33) |
| | Merbaboe | 223 | 30 | 10 ,65 | + | (34) |
| | Oenarang | 266 | 18 | 29 ,12 | + | (35) |
| | Moeara Demak | 333 | 13 | 13 ,18 | + | (36) |

## 7 SANGGRAH.

Beobachter: N° 1 bis 7. Woldringh: N° 8 bis 13. Soeters. Instrument: (12 z.) Repsold.

| N°. | 1875 u. 1877 | Banjoepahit. | Objectiv. | Banjoepahit. 0° 0′ | Basé. 31° 5′ | Gading. 105° 31′ | Segorogoenoeng. 176° 28 | Salem. 313° 42′ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1875 | | | | | | | |
| 1 | 10, 13 u. 22 Februar | 0° 0′ 0″ | l. u. r. | 0″,00 | 27″,51 | 3″,23 | 20″,96 | |
| 2 | 13 « | 120 41 20 | « | 0 ,00 | 28 ,04 | 5 ,51 | 20 ,58 | |
| 3 | 13 u. 19 « | 30 10 20 | « | 0 ,00 | 28 ,58 | 6 ,34 | 20 ,43 | |
| 4 | 19 « | 90 31 0 | « | 0 ,00 | 31 ,24 | 7 ,21 | 20 ,73 | |
| 5 | 20 « | 150 51 40 | « | 0 ,00 | 27 ,71 | 3 ,81 | 18 ,84 | |
| 6 | 13, 14 « | 60 20 40 | « | 0 ,00 | 31 ,29 | | 21 ,03 | |
| 7 | 20, 21 « | 60 20 40 | « | 0 ,00 | | 8 ,99 | | |
| | 1877 | | | | | | | |
| 8 | 7 März | 0 0 0 | « | 0 ,00 | | | | 30″,00 |
| 9 | « | 60 20 40 | « | 0 ,00 | | | | 33 ,14 |
| 10 | « | 120 41 20 | « | 0 ,00 | | | | 31 ,36 |
| 11 | « | 30 10 20 | « | 0 ,00 | | | | 31 ,87 |
| 12 | « | 90 31 0 | « | 0 ,00 | | | | 33 ,38 |
| 13 | « | 150 51 40 | « | 0 ,00 | | | | 31 ,74 |

### RESULTATE.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Banjoepahit | 0° | 0′ | 0″,00 | + | (37) |
| 5 | Basé | 31 | 5 | 29 ,29 | + | (38) |
| 9 | Gading | 105 | 31 | 6 ,28 | + | (39) |
| 10 | Segorogoenoeng | 176 | 28 | 20 ,66 | + | (40) |
| 8 | Salem | 313 | 42 | 31 ,92 | + | (41) |

## 8 SALEM.

Beobachter: 1875, Flory. Instrument: (10 z.) Gross P. M. I. Fernrohr überall links und rechts.
« 1877, Soeters. « (12 z.) Repsold. Objectiv überall links und rechts.

| 1871 | Banjoepahit. | Banjoepahit. | Basé. | Gading. | Sanggrah. | Segorogoenoeng. | Lawoe. | Kritjian. | Merbaboe. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0° 0′ | 52° 29 | 62° 16 | 77° 57 | | 154° 25 | | 275° 42′ |
| | | | | | | 0° 0 | | 88°,54 | |
| Februar u. März | 95° 16′ 10″ | | | | | 0′,00 | | 58′,68 | |
| « | 124 21 20 | | | | | 0 ,00 | | 59 ,67 | |
| « | 155 26 40 | | | | | 0 ,00 | | 59 ,71 | |
| « | 62 10 50 | | | | | 0 ,00 | | 60 ,44 | |
| | | | | | | 105° 27 | | | |
| « | 95 16 0 | 0′,00 | | 15′,58 | | 41′,76 | | | |
| « | 124 21 20 | 0 ,00 | | 11 ,80 | | 59 ,05 | | | |
| « | 155 26 40 | 0 ,00 | | 11 ,59 | | 59 ,10 | | | |
| « | 62 10 40 | 0 ,00 | | 15 ,01 | | 40 ,45 | | | |
| | | | | | | | | 192° 22 | |
| « | 0 0 0 | 0 ,00 | | 10 ,95 | | | | 58′,05 | |
| « | 51 5 20 | 0 ,00 | | 10 ,41 | | | | 57 ,75 | |
| « | 0 0 0 | 0 ,00 | | | | 58 ,68 | | | |
| « | 51 5 20 | 0 ,00 | | | | 58 ,55 | | | |
| 1877 | | | | | | | | Nglanggrang. | |
| 31 März; 2, 5 April | 0 0 0 | 0 ,00 | 24′,22 | 12 ,95 | 48′,52 | 58 ,67 | | | |
| 1, 5 April | 60 20 40 | 0 ,00 | 24 ,76 | 15 ,64 | 48 ,15 | 59 ,18 | | | |
| 5 « | 50 10 20 | 0 ,00 | 25 ,71 | 12 ,82 | 48 ,08 | 59 ,22 | | 251° 22 | |
| 5, 4 « | 90 51 0 | 0 ,00 | 22 ,21 | 12 ,66 | 47 ,86 | 59 ,62 | | | |
| 4 « | 150 51 40 | 0 ,00 | 22 ,55 | 15 ,55 | 47 ,55 | 59 ,44 | | | |
| 2 « | 120 41 20 | 0 ,00 | 25 ,21 | 15 ,76 | 48 ,05 | | | | |
| 4 « | 120 41 20 | 0 ,00 | | | | 59 ,67 | | | |
| 18 « | 0 0 0 | 0 ,00 | | | | | 18′,26 | | |
| 18 « | 60 20 40 | 0 ,00 | | | | | 17 ,87 | | |
| 18, 20 « | 120 41 20 | 0 ,00 | | | | | 16 ,25 | 14′,58 | |
| 20 « | 50 10 20 | 0 ,00 | | | | | 18 ,09 | 14 ,29 | |
| 20 « | 90 51 0 | 0 ,00 | | | | | 18 ,17 | 15 ,48 | |
| 20, 21 « | 150 51 40 | 0 ,00 | | | | | 16 ,75 | 14 ,95 | |
| 22, 24 « | 60 20 40 | 0 ,00 | | | | | | 15 ,40 | |
| 24 « | 0 0 0 | 0 ,00 | | | | | | 14 ,75 | |
| 24 « | 50 51 0 | 0 ,00 | | | | | | | 40′,55 |
| 24 « | 90 10 20 | 0 ,00 | | | | | | | 39 ,95 |
| 25 « | 150 51 40 | 0 ,00 | | | | | | | 41 ,11 |
| 25 « | 120 41 20 | 0 ,00 | | | | | | | 41 ,28 |
| 25 « | 60 20 40 | 0 ,00 | | | | | | | 45 ,95 |
| 25 « | 0 0 0 | 0 ,00 | | | | | | | 40 ,72 |

### RESULTATE.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Banjoepahit | 0° | 0′ | 0′,00 | ± | (42) |
| 5 | Basé | 52 | 29 | 25 ,18 | ± | (43) |
| 9 | Gading | 62 | 16 | 12 ,50 | ± | (44) |
| 7 | Sanggrah | 77 | 57 | 47 ,77 | ± | (45) |
| 10 | Segorogoenoeng | 105 | 27 | 59 ,51 | ± | (46) |
| | Lawoe | 154 | 25 | 17 ,57 | ± | (47) |
| | Kritjian | 192 | 22 | 58 ,88 | ± | (48) |
| | Nglanggrang | 251 | 22 | 14 ,99 | ± | (49) |
| | Merbaboe | 275 | 42 | 41 ,25 | ± | (50) |

## 9 GADING.

1870 und 1871 Beobachter: Flory. Instrument: (10 z.) Gross P. M. I. Fernrohr überall links und rechts.
1877 " Soeters. " (12 z.) Repsold. Objectiv " " " "
1875 " Woldringh. " ( " ) " " " " " "

| 1870 | Petjangakan. | Segoro-goe-noeng. | Sindang. | Salem. | Banjoe-pahit. | Mocara Demak. | Genook. | Petjan-gakan. | Boetak. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0° 0 | | 72° 59' | | | | 252° 29' | 290° 52' |
| 25 August. | 0° 0' 0" | 0",00 | | | | | | 5",12 | 56',19 |
| 26 " | 0 0 0 | 0 ,00 | | | | | | 5 ,97 | 57 ,22 |
| 27, 50 September. | 60 10 40 | 0 ,00 | | | | | | 4 ,04 | 54 ,80 |
| 2, 5, 11 " | 90 16 0 | 0 ,00 | | | | | | 2 ,56 | 56 ,14 |
| | | | | | | | | 0° 0 | 58° 25' |
| 26 August. | 50 5 20 | | | | | | | 0",00 | 54",22 |
| 5 September. | 120 21 20 | | | | | | | 0 ,00 | 55 ,65 |
| 6, 11 " | 150 26 40 | | | | | | | 0 ,00 | 54 ,68 |
| 11 " | 60 10 40 | | | | | | | 0 ,00 | 55 ,64 |
| | | | | | | | | 252° 29' | |
| 5, 4 " | 50 5 20 | 0 ,00 | | | | | | 5",27 | |
| 5 " | 120 21 20 | 0 ,00 | | | | | | 5 ,45 | |
| 6 " | 150 26 40 | 0 ,00 | | | | | | 4 ,52 | |
| | | | | | | | 0° 0' | 47° 55 | |
| 18 " | 0 0 0 | | | | | | 0",00 | 15",15 | |
| 18 " | 50 5 20 | | | | | | 0 ,00 | 15 ,46 | |
| 16 " | 60 10 40 | | | | | | 0 ,00 | 14 ,25 | |
| 18 " | 90 16 0 | | | | | | 0 ,00 | 16 ,56 | |
| 19, 20 " | 120 21 20 | | | | | | 0 ,00 | 12 ,77 | |
| 20 " | 150 26 40 | | | | | | 0 ,00 | 15 ,98 | |
| | | | 0° 0' | | | 118° 27' | 179° 5' | | |
| 8, 9 October. | 0 0 0 | | 0",00 | | | 52",66 | 58",70 | | |
| 8 " | 50 5 25 | | 0 ,00 | | | 52 ,66 | 59 ,20 | | |
| 7 " | 60 10 50 | | 0 ,00 | | | 50 ,05 | 59 ,18 | | |
| 6 " | 90 16 10 | | 0 ,00 | | | 51 ,19 | 60 ,41 | | |
| 6 " | 120 21 40 | | 0 ,00 | | | 49 ,87 | 58 ,66 | | |
| 4, 6 " | 150 27 0 | | 0 ,00 | | | 50 ,98 | 58 ,94 | | |
| | | | | | 0° 0' | 47° 26' | 108° 2' | | |
| 15 " | 0 0 0 | | | | 0",00 | 42",66 | 48',65 | | |
| 15 " | 50 5 50 | | | | 0 ,00 | 40 ,15 | 46 ,85 | | |
| 15 " | 60 10 40 | | | | 0 ,00 | 41 ,29 | 49 ,52 | | |
| 15 " | 150 27 0 | | | | 0 ,00 | 57 ,90 | 48 ,68 | | |
| 14 " | 120 51 55 | | | | 0 ,00 | | 49 ,26 | | |
| 16 " | 90 16 15 | | | | 0 ,00 | | 46 ,60 | | |
| 14 " | 90 16 15 | | | | 0 ,00 | 57 ,75 | | | |
| 1871 | Segoro-goenoeng. | | | | 96° 55' | | | | |
| 2, 5 April. | 124 21 20 | 0 ,00 | | 54',64 | 1",79 | | | | |
| 2 " | 155 26 40 | 0 ,00 | | 55 ,57 | 5 ,15 | | | | |
| 5 " | 0 0 0 | 0 ,00 | | 55 ,05 | 0 ,52 | | | | |
| 5, 4 " | 51 5 20 | 0 ,00 | | 54 ,22 | 2 ,87 | | | | |
| 4 " | 62 10 40 | 0 ,00 | | 54 ,80 | 1 ,97 | | | | |
| 4 " | 95 16 0 | 0 ,00 | | 55 ,97 | 2 ,08 | | | | |

| 1870 | Petjangahan. | Segoro-goe-noeng. | Sanggrah. | Salem. | Banjoe-pahit. | Basé. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0° 0' | 60° 29' | 72° 59' | 96° 35' | 120° 4' |
| | Segorog'. | | | | | |
| 30 März | 0° 0' 0" | 0",00 | | 55",97 | | |
| 1 April | 31 3 20 | 0 ,00 | | 55 ,18 | | |
| 1, 2 " | 62 10 40 | 0 ,00 | | 56 ,17 | | |
| 2 " | 93 16 0 | 0 ,00 | | 55 ,88 | | |
| 1877 | | | | | | |
| 10 März | 0 0 0 | 0 ,00 | | 54 ,06 | | |
| 10 " | 60 20 40 | 0 ,00 | | 55 ,55 | | |
| 10 " | 120 41 20 | 0 ,00 | | 54 ,95 | | |
| 10 " | 30 10 20 | 0 ,00 | | 52 ,77 | | |
| 10 " | 90 31 0 | 0 ,00 | | 54 ,65 | | |
| 10 " | 150 51 40 | 0 ,00 | | 54 ,09 | | |
| 1875 | | | | | | |
| 6 März | 0 0 0 | 0 ,00 | 41",17 | | 0",01 | 11",65 |
| 6, 7 " | 60 20 40 | 0 ,00 | 46 ,45 | | 4 ,16 | 15 ,20 |
| 7 " | 120 41 20 | 0 ,00 | 42 ,45 | | 0 ,00 | 12 ,04 |
| 8, 9 " | 30 10 20 | 0 ,00 | 45 ,55 | | 5 ,00 | 12 ,05 |
| 9 " | 90 31 0 | 0 ,00 | 44 ,48 | | 2 ,97 | 14 ,01 |
| 9 " | 150 51 40 | 0 ,00 | 44 ,95 | | 0 ,85 | 15 ,39 |

RESULTATE.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | Segorogoenoeng | 0° | 0' | 0",00 | + | (51) |
| | Sindang | 25 | 51 | 50 ,41 | + | (52) |
| 7 | Sanggrah | 60 | 29 | 45 ,79 | + | (53) |
| 8 | Salem | 72 | 59 | 54 ,66 | + | (54) |
| 6 | Banjoepahit | 96 | 35 | 1 ,82 | + | (55) |
| 5 | Basé | 120 | 4 | 15 ,04 | + | (56) |
| | Moeara Demak | 145 | 59 | 41 ,64 | + | (57) |
| | Genook | 204 | 55 | 49 ,60 | + | (58) |
| | Petjangahan | 252 | 29 | 4 ,02 | + | (59) |
| | Boetak | 290 | 52 | 56 ,98 | + | (60) |

## 10 SEGOROGOENOENG.

Beobachter, 1864, 65: Van Asperen. Instrument: (12 z.) Repsold.
" , 1870, 71: Flory. " (10 z.) Gross P. M. 1.
" , 1876 : Soeters. " (12 z.) Repsold.

| 1864 | | Gading. Signal, reducirt auf das Centrum des Pfeilers. | Boetak. | Wono-tjolo. | Kendil. | Lawoe Signal, reducirt auf das Centrum des Pfeilers. | Kritjian. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 0° 0' | 49° 57' |
| | Lawoe | | | | | | |
| 24 October | 24°4 n. 125' | | | | | 0",00 | 42",15 |
| 1865 | Gading | 0° 0' | | | | 221° 34' | |
| 30 Mai | 24° 30 | 0",00 | | | | 45",95 | |
| 1870 | Boetak | | 0° 0' | 53° 22 | 85° 35' | | |
| 25 October | 0° 0' 0" | | 0",00 | 54",57 | 48",46 | | |
| 25 " | 30 5 20 | | 0 ,00 | 54 ,96 | 49 ,18 | | |
| 25, 25 " | 60 10 40 | | 0 ,00 | 55 ,04 | 49 ,28 | | |
| 25 " | 90 16 0 | | 0 ,00 | 52 ,25 | 47 ,68 | | |
| 27 " | 120 21 20 | | 0 ,00 | 54 ,82 | 50 ,46 | | |
| 28, 29 " | 150 26 40 | | 0 ,00 | 56 ,69 | 52 ,06 | | |

| 1864 | | Salem. | Sanggrah. | Basé. | Gading. | Boetak. | Kendil. | Pandan. | Kritjian. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0° 0′ | 17° 15 | 41° 50′ | 65° 48 | 140° 7′ | | | 337° 21′ |
| 1871 | Kritjian. | | | | | | | | |
| 8 April. | 0 0 0 | 0″,00 | | | 44″,52 | | | | 12″,95 |
| 8 " | 51 5 20 | 0 ,00 | | | 43 ,91 | | | | 12 ,41 |
| 8 " | 62 10 40 | 0 ,00 | | | 44 ,27 | | | | 13 ,17 |
| 9, 10 " | 93 16 0 | 0 ,00 | | | 43 ,00 | | | | 11 ,05 |
| 10 " | 124 21 20 | 0 ,00 | | | 44 ,46 | | | | 14 ,61 |
| 10 " | 155 26 40 | 0 ,00 | | | 45 ,04 | | | | 12 ,51 |
| 1876 | | | | | | | | | |
| 24, 25, 26 April. | 0 0 0 | 0 ,00 | 40″,25 | 37′,53 | 43 ,17 | | | | |
| 25 April. | 60 20 40 | 0 ,00 | 38 ,84 | | 43 ,15 | | | | |
| 25 " | 120 41 20 | 0 ,00 | 38 ,46 | | 43 ,29 | | | | |
| 25 " | 30 10 20 | 0 ,00 | 38 ,80 | | 40 ,56 | | | | |
| 25 " | 90 31 0 | 0 ,00 | 36 ,82 | | 41 ,69 | | | | |
| 26 " | 150 51 40 | 0 ,00 | 37 ,48 | | 41 ,45 | | | | |
| | | | 0° 0 | 24° 14′ | | | | | |
| 26 " | 60 20 40 | | 0′ ,00 | 56′,01 | | | | | |
| 26 " | 120 41 20 | | 0 ,00 | 55 ,52 | | | | | |
| | | | | 0° 0′ | 24° 18′ | | | | |
| 26 " | 30 10 20 | | | 0′ ,00 | 8′,11 | | | | |
| 26 " | 90 31 0 | | | 0 ,00 | 9 ,26 | | | | |
| 26 " | 150 51 40 | | | 0 ,00 | 5 ,50 | | | | |
| | Kritjian. | | | | 0° 0 | 74° 18 | | 150° 40 | |
| 25 " | 0 0 0 | | | | 0″,00 | 25″,63 | | 1′,08 | |
| 25 " | 51 4 20 | | | | 0 ,00 | 25 ,10 | | 1 ,28 | |
| 25 " | 62 8 40 | | | | 0 ,00 | 25 ,46 | | 0 ,25 | |
| 25 " | 93 13 0 | | | | 0 ,00 | 21 ,52 | | 1 ,75 | |
| 26 " | 124 17 20 | | | | 0 ,00 | 21 ,78 | | | |
| 26 " | 155 21 40 | | | | 0 ,00 | 25 ,52 | | | |

## RESULTATE.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | Salem | 0° | 0′ | 0′,00 | + | (61) |
| 7 | Sanggrah | 17 | 15 | 39 ,11 | + | (62) |
| 5 | Basé | 41 | 30 | 33 ,74 | + | (63) |
| 9 | Gading | 65 | 48 | 43 ,22 | + | (64) |
| | Boetak | 140 | 7 | 6 ,69 | + | (65) |
| | Wonotjolo | 173 | 29 | 41 ,07 | + | (66) |
| | Pandan | 216 | 28 | 44 ,33 | + | (67) |
| | Kendil | 223 | 40 | 36 ,21 | + | (68) |
| | Lawoe | 287 | 23 | 29 ,64 | + | (69) |
| | Kritjian | 337 | 21 | 12 ,23 | + | (70) |

Bei den Messungen von 1864 und 1865 wurden nach Gading und Lawoe auf Bambus-Signale, nach Kritjian auf ein Heliotrop eingestellt. Die Reduction auf das Centrum des Pfeilers war für Gading − 28″,08, und für Lawoe + 39″,12. Diese Reduction ist oben schon angebracht.

Im ganzen Netze, welches die 11 Punkte verbindet, geben die Messungen 17 Winkel- und 9 Seitengleichungen; es würden also, wenn die Ausgleichung in Einem durchgeführt würde, 26 Gleichungen mit ebensoviel Unbekannten gelöst werden müssen. Es lag aber auf der Hand, durch die Seite **5 6**, (Basé-Banjoepahit) eine Trennung vorzunehmen, und das ganze Netz also in zwei kleinere zu theilen. Es folgt hier die Ableitung der Bedingungsgleichungen für den ersten Theil.

Dreieck **1 2 3.**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **3** = | 71° | 19′ | 30″,87 | + (14) | — (12) |
| **1** = | 39 | 49 | 9 ,27 | + (8) | — (6) |
| **2** = | 68 | 51 | 18 ,97 | + (5) | — (2) |
| | 179 | 59 | 59 ,11 | | |
| 180° + ε = | 180 | 0 | 0 ,03 | | |

(I) . . . 0 = — 0 ,92 — (2) + (5) — (6) + (8) — (12) + (14)

Dreieck **1 2 4.**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **4** = | 53° | 10′ | 36″,18 | + (17) | — (15) |
| **1** = | 26 | 27 | 29 ,05 | + (9) | — (8) |
| **2** = | 100 | 21 | 54 ,51 | + (2) | — (1) |
| | 179 | 59 | 59 ,74 | | |
| 180° + ε = | 180 | 0 | 0 ,02 | | |

(II) . . . 0 = — 0 ,28 — (1) + (2) — (8) + (9) — (15) + (17)

Dreieck **1 3 4.**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **4** = | 47° | 15′ | 36″,99 | + (16) | — (15) |
| **1** = | 66 | 16 | 58 ,32 | + (9) | — (6) |
| **3** = | 66 | 27 | 24 ,25 | + (14) | — (13) |
| | 179 | 59 | 59 ,56 | | |
| 180° + ε = | 180 | 0 | 0 ,05 | | |

(III) . . . 0 = — 0 ,49 — (6) + (9) — (13) + (14) — (15) + (16)

Dreieck **3 4 5.**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **5** = | 29° | 31′ | 57″,66 | + (27) | — (24) |
| **3** = | 97 | 42 | 28 ,96 | + (15) | — (11) |
| **4** = | 52 | 45 | 32 ,27 | + (18) | — (16) |
| | 179 | 59 | 58 ,89 | | |
| 180° + ε = | 180 | 0 | 0 ,11 | | |

(IV) . . . 0 = — 1 ,22 — (11) + (15) — (16) + (18) — (24) + (27)

Dreieck 1 4 5.

5 = 24° 17′ 51″,80 + (26) — (24)

1 = 55 40 57 ,52 + (9) — (7)

4 = 100 1 29 ,26 + (18) — (15)

179 59 58 ,58

180° + ε = 180° 0 0 ,15

(V). . . 0 = — 1 ,75 — (7) + (9) — (15) + (18) — (24) + (26)

Dreieck 2 3 5.

5 = 18° 51′ 15″,89 + (27) — (25)

2 = 68 58 22 ,99 + (4) — (5)

3 = 92 50 22 ,54 + (12) — (11)

179 59 59 ,22

180° + ε = 180 0 0 ,06

(VI) . . . 0 = — 0, 84 — (5) + (4) — (11) + (12) — (25) + (27)

Dreieck 1 5 6.

6 = 53° 7 9″,92 + (30) — (28)

1 = 76 22 13 ,56 + (10) — (7)

5 = 70 30 36 ,43 + (26) — (25)

179 59 59 ,91

180° + ε = 180 0 0 ,65

(VII). . . 0 = — 0 ,74 — (7) + (10) — (25) + (26) — (28) + (30)

Dreieck 2 5 6.

6 = 25° 38′ 56″,21 + (30) — (29)

2 = 99 7 14 ,75 + (5) — (4)

5 = 57 13 48 ,40 + (25) — (23)

179 59 59 ,34

180° + ε = 180 0 0 ,42

(VIII). . . 0 = — 1,08 — (4) + (5) — (23) + (25) — (29) + (30)

Vierecк 1 2 3 4.

$$\frac{\text{Sin } 123 \;.\; \text{Sin } 142 \;.\; \text{Sin } 134}{\text{Sin } 132 \;.\; \text{Sin } 124 \;.\; \text{Sin } 143} = 1.$$

1 2 3 = 68° 51′ 18″,97 + (3) — (2) 9,969 7290.6 + 8.2 { (3) — (2) }

1 3 2 = 71 19 30 ,87 + (14) — (12) 0,023 4888.8 + 7.1 { (12) — (14) }

1 4 2 = 55 10 56 ,18 + (17) — (15) 9,905 5862.6 + 15.8 { (17) — (15) }

1 2 4 = 100 21 34 ,51 + (2) — (1) 0,007 1579.6 + 3.9 { (2) — (1) }

1 3 4 = 66 27 24 ,25 + (14) — (13) 9,962 2550.1 + 9.2 { (14) — (13) }

1 4 3 = 47 15 56 ,99 + (16) — (15) 0,134 0022.7 + 19.5 { (15) — (16) }

9,999 9994.4

0 = — 5.6 — 3.9 (1) — 4.3 (2) + 8,2 (3) + 7.1 (12) — 9,2 (13) + 2,1 (14) + 3.7 (15) — 19,5 (16) + 15,8 (17)

oder:

(IX) 0 = — 0,56 — 0,39 (1) — 0,43 (2) + 0,82 (3) + 0,71 (12) — 0,92 (13) + 0,21 (14) + 0,37 (15) — 1,95 (16) + 1,58 (17)

## Viereck 1 3 4 5.

$$\frac{\text{Sin } 435 \cdot \text{Sin } 413 \cdot \text{Sin } 451}{\text{Sin } 453 \cdot \text{Sin } 431 \cdot \text{Sin } 415} = 1.$$

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 3 5 | 97° | 42′ | 28″,96 | + (15) − (11) | 9,996 0580,0 | + | 2.85 | { (11) (15) } |
| 4 5 3 | 29 | 51 | 57 ,66 | + (27) − (24) | 0,507 2256.1 | + | 57.2 | { (24) (27) } |
| 4 1 3 | 66 | 16 | 58 ,52 | + ( 9 ) − ( 6 ) | 9,961 6599.4 | + | 9.5 | { ( 9 ) − ( 6 ) } |
| 4 3 1 | 66 | 27 | 24 ,25 | + (14) (15) | 0,057 7449.9 | + | 9.2 | { (15) − (14) } |
| 4 5 1 | 24 | 17 | 51 ,80 | + (26) − (24) | 9,614 2554.9 | + | 46.65 | { (26) (24) } |
| 4 1 5 | 55 | 40 | 57 ,52 | + ( 9 ) ( 7 ) | 0,085 0785.6 | + | 14.4 | { ( 7 ) ( 9 ) } |
| | | | | | 9,999 9985.9 | | | |

0 = − 16,1 − 9,3 (6) + 14,4 (7) − 5,1 (9) + 2,85 (11) + 6,35 (13) − 9,2 (14) − 9,45 (21) + 46,65 (26) − 37,2 (27)

oder:

(X) 0 = − 1,61 − 0,93 (6) + 1,44 (7) − 0,51 (9) + 0,285 (11) + 0,635 (13) − 0,92 (14) − 0,945 (24) + 4,665 (26) − 3,72 (27)

## Viereck 1 2 3 5.

$$\frac{\text{Sin } 235 \cdot \text{Sin } 213 \cdot \text{Sin } 251}{\text{Sin } 253 \cdot \text{Sin } 231 \cdot \text{Sin } 285} = 1.$$

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 3 5 | 92° | 50′ | 22″,54 | + (12) (11) | 9,999 4664.4 | + | 1.1 | { (11) (12) } |
| 2 5 3 | 18 | 51 | 15 ,89 | + (27) − (25) | 0,498 0588.7 | + | 62.8 | { (25) − (27) } |
| 2 1 3 | 59 | 49 | 9 ,27 | + ( 8 ) ( 6 ) | 9,806 4295.6 | + | 25.25 | { ( 8 ) ( 6 ) } |
| 2 3 1 | 71 | 19 | 50 ,87 | + (14) − (12) | 0,025 4888.8 | + | 7.1 | { (12) (14) } |
| 2 5 1 | 15 | 16 | 48 ,05 | + (26) (25) | 9,561 1802.5 | + | 89.2 | { (26) (25) } |
| 2 1 5 | 29 | 15 | 28 ,27 | + ( 8 ) − ( 7 ) | 0,511 5727.0 | + | 57.6 | { ( 7 ) ( 8 ) } |
| | | | | | 9,999 9964.8 | | | |

0 = − 35,2 − 25,25 (6) + 37,6 (7) − 12,35 (8) + 1,1 (11) + 6,0 (12) − 7,1 (14) − 26,4 (25) + 89,2 (26) − 62,8 (27)

oder:

(XI) 0 = − 1,408 − 1,01 (6) + 1,504 (7) − 0,494 (8) + 0,044 (11) + 0,24 (12) − 0,281 (14) − 1,056 (25) + 3,568 (26) − 2,512 (27)

## Viereck 1 2 5 6.

$$\frac{\text{Sin } 162 \cdot \text{Sin } 652 \cdot \text{Sin } 512}{\text{Sin } 612 \cdot \text{Sin } 562 \cdot \text{Sin } 152} = 1.$$

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 6 2 | 9° | 28′ | 15″,71 | + (29) − (28) | 9,216 2697.2 | + | 126.2 | { (29) (28) } |
| 6 1 2 | 47 | 8 | 45 ,29 | + (10) ( 8 ) | 0,454 8457.85 | + | 19.5 | { ( 8 ) − (10) } |
| 6 5 2 | 57 | 15 | 48 ,40 | + (25) (23) | 9,924 7191.4 | + | 13.5 | { (23) (25) } |
| 5 6 2 | 25 | 58 | 56 ,21 | + (30) (29) | 0,596 7129.9 | + | 48.0 | { (29) − (30) } |
| 5 1 2 | 29 | 15 | 28 ,27 | + ( 8 ) − ( 7 ) | 9,688 6272.95 | + | 57.6 | { ( 8 ) − ( 7 ) } |
| 1 5 2 | 15 | 16 | 48 ,05 | + (26) (25) | 0,658 8197.7 | + | 89.2 | { (25) (26) } |
| | | | | | 9,999 9927.0 | | | |

0 = − 73,0 − 37,6 (7) + 57,1 (8) − 19,5 (10) − 13,5 (23) + 102,7 (25) − 89,2 (26) − 126,2 (28) + 174,2 (29) − 48,0 (30)

oder:

(XII) 0 = − 1,46 − 0,752 (7) + 1,142 (8) − 0,39 (10) − 0,27 (23) + 2,054 (25) − 1,784 (26) − 2,524 (28) + 3,484 (29) − 0,96 (30)

Darstellung der Correctionen (1), (2), (3) . . . . durch die Factoren I, II, III . . . .

2 × (1) = − II − 0,39 IX also (1) = − 0,5 II − 0,195 IX  
2 × (2) = − I + II − 0,43 IX " (2) = − 0,5 I + 0,5 II − 0,215 IX  
2 × (3) = + I − VI + 0,82 IX " (3) = + 0,5 I − 0,5 VI + 0,41 IX  
(4) = + VI − VIII  
(5) = + VIII  
(6) = − I − III − 0,93 X − 1,01 XI  
(7) = − V − VII + 1,44 X + 1,504 XI − 0,752 XII  
(8) = I − II − 0,494 XI + 1,142 XII  
(9) = II + III + V − 0,51 X  
(10) = VII − 0,59 XII  
(11) = − IV − VI + 0,285 X + 0,044 XI  
(12) = − I + VI + 0,71 IX + 0,24 XI  
(13) = − III + IV − 0,92 IX + 0,635 X  
(14) = I + III + 0,21 IX − 0,92 X − 0,284 XI  
(15) = − II − III − V + 0,57 IX  
(16) = III − IV − 1,95 IX  
(17) = II + 1,58 IX  
(18) = IV + V  
(23) = − VII − VIII − 0,27 XII  
(24) = − IV − V − 0,945 X  
(25) = − VI + VIII − 1,056 XI + 2,054 XII  
(26) = V + VII + 4,665 X + 5,568 XI − 1,784 XII  
(27) = IV + VI − 5,72 X − 2,512 XI  
(28) = − VII − 2,524 XII  
(29) = − VIII + 3,484 XII  
(30) = VII + VIII − 0,96 XII

---

## VORBEREITUNG ZUR BERECHNUNG DES MITTLEREN FEHLERS DES BRIGGISCHEN LOGARITHMUS DER SEITE BASÉ-BANJOEPAHIT.

Bevor wir die Normal- und Endgleichungen mittheilen, werden wir wieder erst die Zahlen ableiten, welche sich auf die Bestimmung des mittleren Fehlers des briggischen Logarithmus des Verhältnisses

$$\frac{\text{Sin } 5\ 6}{\text{Sin } 1\ 2}$$

beziehen.

Auf zweierlei Art fand die Bestimmung statt; einerseits ist:

$$\frac{\text{Sin } 5\ 6}{\text{Sin } 1\ 2} = \frac{\text{Sin } 216 \ .\ \text{Sin } 526}{\text{Sin } 162 \ .\ \text{Sin } 256},$$

$$\text{Log.} \frac{\text{Sin } 5\ 6}{\text{Sin } 1\ 2} = \text{Vorläufiger Werth} + 5{,}4\ (4) - 5{,}4\ (5) - 19{,}5\ (8) + 19{,}5\ (10) + 15{,}5\ (23)$$
$$- 15{,}5\ (25) + 126{,}2\ (28) - 126{,}2\ (29)$$

$$= - 19{,}5\ \text{I} + 19{,}5\ \text{II} + 16{,}9\ \text{VI} - 120{,}2\ \text{VII} + 92{,}4\ \text{VIII} + 25{,}889\ \text{XI}$$
$$- 819{,}458\ \text{XII}.$$

Andererseits ist ebenso:

$$\frac{\text{Sin } 5\ 6}{\text{Sin } 1\ 2} = \frac{\text{Sin } 215 \ . \ \text{Sin } 526}{\text{Sin } 251 \ . \ \text{Sin } 265},$$

$$\text{Log.} \frac{\text{Sin } 5\ 6}{\text{Sin } 1\ 2} = \text{Vorläufiger Werth} + 3{,}4\ (4) - 3{,}4\ (5) - 37{,}6\ (7) + 37{,}6\ (8) + 89{,}2\ (25)$$
$$- 89{,}2\ (26) + 48{,}0\ (29) - 48{,}0\ (30)$$

$$= 37{,}6\ \text{I} - 37{,}6\ \text{II} - 51{,}6\ \text{V} \quad 85{,}8\ \text{VI} - 99{,}6\ \text{VII} - 15{,}6\ \text{VIII}$$
$$- 470{,}262\ \text{X} - 487{,}5856\ \text{XI} + 626{,}8760\ \text{XII}.$$

Zur Berechnung von $(l\ q)$ hat man

| einerseits: | | andererseits: | |
|---|---|---|---|
| $l$ | $lq = l^2$ | $l$ | $lq = l^2$ |
| 3,4 | 11,56 | 3,4 | 11,56 |
| 3,4 | 11,56 | 3,4 | 11,56 |
| 19,5 | 380,25 | 37,6 | 1413,76 |
| 19,5 | 380,25 | 37,6 | 1413,76 |
| 13,5 | 182,25 | 89,2 | 7956,64 |
| 13,5 | 182,25 | 89,2 | 7956,64 |
| 126,2 | 15926,44 | 48,0 | 2304,00 |
| 126,2 | 15926,44 | 48,0 | 2304,00 |
| | $(l\,q) = 33001{,}00.$ | | $(l\,q) = 23371{,}92.$ |

Weitere Erklärung wird wohl unnöthig sein.

NORMA

| | I | II | III | IV | V | VI | VII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 0,92 = | + 5,000 | 1,500 | + 2,000 | | — | — 1,500 | — |
| + 0,28 = | | + 5,000 | + 2,000 | | + 2,000 | — | |
| + 0,49 = | | | + 6,000 | — 2,000 | + 2,000 | — | — |
| + 1,22 = | | | | + 6,000 | + 2,000 | + 2,000 | — |
| + 1,75 = | | | | | — 6,000 | — | + 2,000 |
| + 0,84 = | | | | | | + 5,500 | — |
| + 0,74 = | | | | | | | + 6,000 |
| + 1,08 = | | | | | | | |
| — 0,56 = | | | | | | | |
| + 1,61 = | | | | | | | |
| + 1,408 = | | | | | | | |
| + 1,46 = | | | | | | | |

ENDGLI

| | I | II | III | IV | V | VI | VII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 0,9200 = | 5,000 | 1,500 | + 2,000 | — | | — 1,500 | |
| + 0,5560 = | | — 4,550 | + 2,600 | | + 2,000 | — 0,450 | — |
| — 0,4957 = | | | + 5,7145 | — 2,000 | + 0,8571 | + 0,8571 | — |
| + 1,1146 = | | | | — 4,9251 | — 2,4615 | + 2,4615 | — |
| + 0,9955 = | | | | | + 5,6924 | 1,2507 | + 2,000 |
| + 0,9900 = | | | | | | + 5,1668 | + 0,666 |
| 0,0065 = | | | | | | | + 4,7761 |
| + 1,7085 = | | | | | | | |
| 0,0419 = | | | | | | | |
| + 1,2564 = | | | | | | | |
| + 0,2487 = | | | | | | | |
| + 4,9898 = | | | | | | | |

EICHUNGEN.

| VIII | IX | X | XI | XII | $\lambda_1$ | $\lambda_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| — | + 0,125 | + 0,010 | 0,008 | 1,142 | 19,5 | − 57,6 |
| — | + 1,190 | 0,510 | + 0,494 | − 1,142 | − 19,5 | 57,6 |
| — | − 1,190 | 1,155 | + 0,726 | — | — | — |
| | − 1,050 | − 2,425 | 2,556 | | | |
| | − 0,570 | + 5,660 | + 2,064 | − 1,052 | | − 51,6 |
| 2,000 | 0,500 | 4,005 | 1,260 | − 2,054 | 16,9 | 85,8 |
| 2,000 | | 5,225 | + 2,064 | + 0,412 | 120,2 | 99,6 |
| 6,000 | — | — | − 1,056 | 2,120 | + 92,4 | − 15,6 |
| | − 8,5551 | 0,7774 | − 0,1108 | | | — |
| | | + 41,0251 | + 29,5682 | 9,4052 | | 470,262 |
| | | | − 25,8222 | 10,2295 | + 25,889 | 487,5856 |
| | | | | + 28,9266 | 819,458 | + 626,8760 |
| | | | | | 55001,00 | + 25571,92 |

IUNGEN.

| VIII | IX | X | XI | XII | $\lambda_1$ | $\lambda_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | − 0,125 | + 0,010 | 0,008 | 1,142 | — | — |
| | + 1,2275 | 0,507 | + 0,4916 | 0,7994 | − 15,6501 | 26,52 |
| | 1,9414 | − 0,8495 | 0,4485 | — | 0,0000 | 0,00 |
| | 0,0154 | − 2,8825 | − 2,5146 | | — | — |
| | 0,4559 | + 5,52 | + 2,9018 | 0,6806 | 6,000 | 40,0505 |
| 2,000 | − 0,7655 | − 0,5752 | + 0,8075 | − 2,0175 | 10,4005 | 90,4655 |
| 2.421 | 0,0852 | + 0,5562 | 0,5225 | 1,2052 | 119,1594 | − 58,8745 |
| 5,5098 | 0,4589 | 0,5458 | − 0,7095 | 4,0049 | 159,5549 | − 40,895 |
| | 6,6899 | 0,2150 | + 0,4506 | + 1,0689 | 24,2422 | + 29,2090 |
| | | − 50,6104 | + 25,8595 | 9,5216 | + 45,2149 | − 450,865 |
| | | | + 1,5477 | − 2,6555 | + 51,0897 | − 100,5827 |
| | | | | − 15,9625 | − 516,4990 | + 181,616 |
| | | | | | − 2654,75 | + 2655,24 |

Die Auflösung dieser Endgleichungen giebt die Correlaten wie folgt:

| | | Log. |
|---|---|---|
| I | = + 1,02686 | 0,01153 |
| II | = + 0,39216 | 9,59346 |
| III | = — 1,23857 | 0,09292n |
| IV | = — 0,73233 | 9,86484n |
| V | = + 1,10082 | 0,04172 |
| VI | = + 1,01808 | 0,00778 |
| VII | = — 0,61920 | 9,79183n |
| VIII | = + 1,00742 | 0,00321 |
| IX | = — 0,14008 | 9,14638n |
| X | = — 0,53661 | 9,72966n |
| XI | = + 0,88287 | 9,94590 |
| XII | = + 0,35737 | 9,55312 |

Und weiter die Correctionen:

| | | |
|---|---|---|
| (1) = — 0",169 (Gew. = 2) | (10) = — 0",759 | (23) = — 0",485 |
| (2) = — 0 ,287 (Gew. = 2) | (11) = — 0 ,400 | (24) = + 0 ,139 |
| (3) = — 0 ,053 (Gew. = 2) | (12) = + 0 ,104 | (25) = — 0 ,209 |
| (4) = + 0 ,011 | (13) = + 0 ,294 | (26) = + 0 ,491 |
| (5) = + 1 ,007 | (14) = + 0 ,002 | (27) = + 0 ,064 |
| (6) = — 0 ,181 | (15) = — 0 ,306 | (28) = 0 ,283 |
| (7) = 0 ,193 | (16) = — 0 ,232 | (29) = + 0 ,238 |
| (8) = + 0 ,607 | (17) = + 0 ,171 | (30) = + 0 ,043 |
| (9) = + 0 ,328 | (18) = + 0 ,368 | |

Durch Summirung der Quadrate dieser Fehler findet man mit Rücksicht auf die Gewichte:

$$[p\, \varepsilon^2] = 12\, \mu^2 = \dot{3},74,$$

welche Gleichung wir später mit der analogen, aus dem zweiten Theile des Basisnetzes hergeleiteten vereinigen wollen.

---

Bis soweit war die Rechnung vorgeschritten, als ich von der, vor Kurzem in Helmert's erschienenem Musterwerke: „die mathematischen und physikalischen Theorien der höheren Geodäsie", (1880), I^r Th., S. 190, mitgetheilten Formel für die Correction wegen der Höhe des anvisirten Objectes über die der Berechnung zu Grunde gelegte Niveaufläche, (die Oberfläche des Rotations-Ellipsoids,) Kenntniss bekam. Nennt man H diese Höhe, a den Aequatorial-Halbmesser der Erde, beide in Metern, e die Excentricität des Erdmeridians, B die geographische Breite des Beobachtungsorts, S die Entfernung und A das Azimuth des anvisirten Objects, so ist der Betrag der Höhen-Correction, nach Helmert:

$$d\,A = + \frac{e^2\, H}{2\, a\, \operatorname{arc} 1''} \,.\, (\cos^2 B \sin 2\,A + \tfrac{1}{2} \frac{S}{a} \sin 2\,B \,.\, \operatorname{Sin} A + \text{Glieder zweiter und}$$

höherer Ordnung.)

Diese Formel wird

| | | | |
|---|---|---|---|
| für $B = 6^\circ$ | $d\,A = (6{,}0284 - 10)\ H\ \mathrm{Sin}\ 2\ A$ | $+ (8{,}25 - 20)\ H\ S\ \mathrm{Sin}\ A + \ldots\ldots$ | |
| $7^\circ$ | $(6{,}0267 - 10)$ | " | $+ (8{,}51 - 20)$ " |
| $8^\circ$ | $(6{,}0247 - 10)$ | " | $+ (8{,}57 - 20)$ " |
| $9^\circ$ | $(6{,}0224 - 10)$ | " | $+ (8{,}42 - 20)$ " |

Das zweite Glied bleibt sogar für $H = 3676$, die Höhe des Smeroe, und $S = 100000$ Meter, immer unter $0'',001$ und darf somit vernachlässigt werden. Für das erste Glied reichte die nachstehende Tafel hin, welche für die Mittelbreite Java's, $7^\circ\ 20'$, also mit der Constante $6{,}0260 - 10$ berechnet worden war.

**Bemerkung.** Bohnenberger scheint der Erste gewesen zu sein, der in seiner Abhandlung *»De computandis dimensionibus trigonometricis in superficie terrae sphaeroidica institutis,* (Programm der Universität Tübingen 1826,) diese Correction berücksichtigt hat. Man sehe die Uebersetzung von E. Hammer: *Die Berechnung der trigonometrischen Vermessungen mit Rücksicht auf die sphäroidische Gestalt der Erde*, Stuttgart 1885, S. 17. Es ist dort aber nur das erste Glied entwickelt und dann hat Bohnenberger im Nenner statt a den Ausdruck $r_1 (1 - e^2) = \frac{a (1 - e^2)}{\sqrt{(1 - e^2 \mathrm{Sin}^2 B)}}$, was aber nur einen Unterschied höherer Ordnung macht.

Bohnenberger bezeichnet die Correction als von der *verschiedenen Höhenlage* der Punkte herrührend; demgemäss ist sie bei ihm auch die Correction, welche gefordert wird, wenn man den anvisirten Punkt auf die durch die Beobachtungs-Station gehende Niveau-Oberfläche projectirt. In Wirklichkeit aber projectirt man bei der Berechnung einer Triangulation alle Punkte auf ein einziges Niveau, jenes des Meeres, dann aber kommt die Höhe der Beobachtungs-Station nicht in Betracht, und soll H nicht den Höhen-Unterschied beider Punkte, sondern die Höhe des anvisirten Punktes über die mittlere Oberfläche des Meeres bedeuten.

Nach Prof. Schols, *Geodetische formules en tafels, ten gebruike bij de triangulatie van het eiland Sumatra, gedrukt voor rekening van het Ministerie van Kolonien*, Utrecht, 1884, S. 112, wird die Correction noch etwas genauer, wenn man statt B und A, die Mittelbreite $B_m$ und das mittlere Azimuth $A_m$ nimmt. Bei ihm heisst die Formel, wenn H die Höhe des anvisirten Punktes in Kilometern bedeutet:

$$+ 0'',108\ H \cos^2 B_m \sin 2\ A_m.$$

Diese Formel lässt sich leicht so ableiten. Nehmen wir den Beobachtungsort D auf der nördlichen Hemisphäre. Das anvisirte Object F liege, von D gesehen, im ersten Quadranten des Horizonts, d. h. A sei $< 90^\circ$; seine Höhe sei H, seine geographische Breite $= B_1$, das Azimuth von D in F sei $A_1$. Der Vertical-Schnitt, welcher durch F geht, schneidet auf dem Rotations-Ellipsoid den Meridian von F nicht in der Projection dieses Punktes, P, sondern etwas nördlicher in Q. Das Azimuth wird also zu klein gefunden und die Correction d A ist positiv. Man findet leicht:

$$PQ = H e^2 \mathrm{Cos}\ B_1 \left( \mathrm{Sin}\ B_1 \sqrt{\frac{1 - e^2 \mathrm{Sin}^2 B}{1 - e^2 \mathrm{Sin}^2 B_1}} - \mathrm{Sin}\ B \right) \left( 1 - \frac{H}{N} + \ldots \right)$$

Der letzte Factor, in welchem N sehr nahe dem Normal des Beobachtungsortes gleich ist, kann, sogar bei den höchsten Berggipfeln, immer vernachlässigt werden. Der vorletzte Factor wird, nach Entwickelung der Wurzel, bis auf Glieder dritter Ordnung genau $= (B_1 - B)\ \mathrm{Cos}\ B_m\ (1 + e^2 \mathrm{Sin}\ B_1\ \mathrm{Sin}\ B_m)\ \mathrm{Sin}\ 1''$. Es ist aber:

$$B_1 - B = \frac{S \cos A_m}{R_m \mathrm{Sin}\ 1''} = \frac{S \cos A_m \sqrt{(1 - e^2 \mathrm{Sin}^2 B_m)^3}}{a\,(1 - e^2)\ \mathrm{Sin}\ 1''}.$$

Weiter ist $\quad d\,A = + \frac{PQ\ \mathrm{Sin}\ A_1}{S} \cdot \varrho''$, wo $\varrho'' = 206265''$; also:

$$d\,A = + H\,\varrho''\,e^2\,\mathrm{Cos}\ B_1\ \mathrm{Sin}\ A_1 \cdot \frac{\mathrm{Cos}\ A_m}{a\,(1 - e^2)} \cdot \mathrm{Cos}\ B_m \left( 1 - \frac{3}{2} e^2 \mathrm{Sin}^2 B_m \right) (1 + e^2 \mathrm{Sin}\ B_1\ \mathrm{Sin}\ B_m).$$

Bis auf ein kleines Glied zweiter Ordnung ist aber $\mathrm{Cos}\ B_1\ \mathrm{Sin}\ A_1 = \mathrm{Cos}\ B_m\ \mathrm{Sin}\ A_m$, und schreibt man im letzten Factor für $\mathrm{Sin}\ B_1$: $\mathrm{Sin}\ B_m$, was wegen des Multiplicators $e^2$ erlaubt ist, so hat man:

$$d\,A = + \frac{H \sqrt{(1 - e^2 \mathrm{Sin}^2 B_m)}}{a} \cdot \varrho'' \cdot \frac{e^2}{1 - e^2} \cdot \mathrm{Cos}^2 B_m\ \mathrm{Sin}\ A_m\ \mathrm{Cos}\ A_m$$

$$= + \frac{H}{2\,N_m} \cdot \varrho'' \cdot \frac{e^2}{1 - e^2} \cdot \mathrm{Cos}^2 B_m\ \mathrm{Sin}\ 2\ A_m.$$

worin also der constante Coefficient, bis auf Glieder höherer Ordnung, mit Bohnenberger übereinstimmt. Für $H = 1000$ Meter findet man diesen Coefficienten $= 0'',108$, wie beide Verfasser ihn haben.

| Höhe des anvisirten Objects in Metern. | AZIMUTH. | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0°<br>90 | 5°<br>85 | 10°<br>80 | 15°<br>75 | 20°<br>70 | 25°<br>65 | 30°<br>60 | 35°<br>55 | 40°<br>50 | 45° |
| | 180°<br>270 | 185°<br>265 | 190°<br>260 | 195°<br>255 | 200°<br>250 | 205°<br>245 | 210°<br>240 | 215°<br>235 | 220°<br>230 | 225° |
| | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 100 | 0″,00 | 0″,002 | 0″,004 | 0″,005 | 0″,007 | 0″,009 | 0″,009 | 0″,010 | 0″,010 | 0″,011 |
| 200 | 0 ,00 | 0 ,004 | 0 ,007 | 0 ,011 | 0 ,014 | 0 ,016 | 0 ,018 | 0 ,020 | 0 ,021 | 0 ,021 |
| 300 | 0 ,00 | 0 ,006 | 0 ,011 | 0 ,016 | 0 ,020 | 0 ,024 | 0 ,028 | 0 ,030 | 0 ,031 | 0 ,032 |
| 400 | 0 ,00 | 0 ,007 | 0 ,015 | 0 ,021 | 0 ,027 | 0 ,033 | 0 ,037 | 0 ,040 | 0 ,042 | 0 ,042 |
| 500 | 0 ,00 | 0 ,009 | 0 ,018 | 0 ,027 | 0 ,034 | 0 ,041 | 0 ,046 | 0 ,050 | 0 ,052 | 0 ,053 |
| 600 | 0 ,00 | 0 ,011 | 0 ,022 | 0 ,032 | 0 ,041 | 0 ,049 | 0 ,055 | 0 ,060 | 0 ,063 | 0 ,064 |
| 700 | 0 ,00 | 0 ,013 | 0 ,025 | 0 ,037 | 0 ,048 | 0 ,057 | 0 ,064 | 0 ,070 | 0 ,073 | 0 ,074 |
| 800 | 0 ,00 | 0 ,015 | 0 ,029 | 0 ,042 | 0 ,055 | 0 ,065 | 0 ,074 | 0 ,080 | 0 ,084 | 0 ,085 |
| 900 | 0 ,00 | 0 ,017 | 0 ,033 | 0 ,048 | 0 ,061 | 0 ,073 | 0 ,083 | 0 ,090 | 0 ,094 | 0 ,096 |
| 1000 | 0 ,00 | 0 ,018 | 0 ,036 | 0 ,053 | 0 ,068 | 0 ,081 | 0 ,092 | 0 ,100 | 0 ,105 | 0 ,106 |
| 1100 | 0 ,00 | 0 ,020 | 0 ,040 | 0 ,058 | 0 ,075 | 0 ,090 | 0 ,101 | 0 ,110 | 0 ,115 | 0 ,117 |
| 1200 | 0 ,00 | 0 ,022 | 0 ,044 | 0 ,064 | 0 ,082 | 0 ,098 | 0 ,110 | 0 ,120 | 0 ,126 | 0 ,128 |
| 1300 | 0 ,00 | 0 ,024 | 0 ,047 | 0 ,069 | 0 ,089 | 0 ,106 | 0 ,119 | 0 ,130 | 0 ,136 | 0 ,138 |
| 1400 | 0 ,00 | 0 ,026 | 0 ,051 | 0 ,074 | 0 ,095 | 0 ,114 | 0 ,129 | 0 ,140 | 0 ,146 | 0 ,149 |
| 1500 | 0 ,00 | 0 ,028 | 0 ,054 | 0 ,080 | 0 ,102 | 0 ,122 | 0 ,138 | 0 ,150 | 0 ,157 | 0 ,159 |
| 1600 | 0 ,00 | 0 ,029 | 0 ,058 | 0 ,085 | 0 ,109 | 0 ,131 | 0 ,147 | 0 ,160 | 0 ,167 | 0 ,170 |
| 1700 | 0 ,00 | 0 ,031 | 0 ,062 | 0 ,090 | 0 ,116 | 0 ,138 | 0 ,156 | 0 ,170 | 0 ,178 | 0 ,181 |
| 1800 | 0 ,00 | 0 ,033 | 0 ,065 | 0 ,096 | 0 ,123 | 0 ,146 | 0 ,165 | 0 ,180 | 0 ,188 | 0 ,191 |
| 1900 | 0 ,00 | 0 ,035 | 0 ,069 | 0 ,101 | 0 ,130 | 0 ,154 | 0 ,175 | 0 ,190 | 0 ,198 | 0 ,202 |
| 2000 | 0 ,00 | 0 ,037 | 0 ,073 | 0 ,106 | 0 ,136 | 0 ,163 | 0 ,184 | 0 ,200 | 0 ,209 | 0 ,213 |
| 2100 | 0 ,00 | 0 ,039 | 0 ,076 | 0 ,112 | 0 ,143 | 0 ,171 | 0 ,193 | 0 ,210 | 0 ,220 | 0 ,223 |
| 2200 | 0 ,00 | 0 ,041 | 0 ,080 | 0 ,117 | 0 ,151 | 0 ,179 | 0 ,202 | 0 ,219 | 0 ,230 | 0 ,234 |
| 2300 | 0 ,00 | 0 ,042 | 0 ,083 | 0 ,122 | 0 ,157 | 0 ,187 | 0 ,211 | 0 ,229 | 0 ,241 | 0 ,244 |
| 2400 | 0 ,00 | 0 ,044 | 0 ,087 | 0 ,127 | 0 ,164 | 0 ,195 | 0 ,221 | 0 ,239 | 0 ,251 | 0 ,255 |
| 2500 | 0 ,00 | 0 ,046 | 0 ,091 | 0 ,133 | 0 ,171 | 0 ,203 | 0 ,230 | 0 ,249 | 0 ,261 | 0 ,266 |
| 2600 | 0 ,00 | 0 ,048 | 0 ,094 | 0 ,139 | 0 ,177 | 0 ,211 | 0 ,239 | 0 ,259 | 0 ,272 | 0 ,276 |
| 2700 | 0 ,00 | 0 ,050 | 0 ,098 | 0 ,143 | 0 ,184 | 0 220 | 0 ,248 | 0 ,269 | 0 ,282 | 0 ,287 |
| 2800 | 0 ,00 | 0 ,052 | 0 ,102 | 0 ,149 | 0 ,191 | 0 ,228 | 0 ,257 | 0 ,279 | 0 ,293 | 0 ,298 |
| 2900 | 0 ,00 | 0 ,053 | 0 ,105 | 0 ,154 | 0 ,198 | 0 ,236 | 0 ,267 | 0 ,289 | 0 ,303 | 0 ,308 |
| 3000 | 0 ,00 | 0 ,055 | 0 ,109 | 0 ,159 | 0 ,205 | 0 ,244 | 0 ,276 | 0 ,299 | 0 ,314 | 0 ,319 |
| 3100 | 0 ,00 | 0 ,057 | 0 ,113 | 0 ,165 | 0 ,211 | 0 ,252 | 0 ,285 | 0 ,309 | 0 ,324 | 0 ,329 |
| 3200 | 0 ,00 | 0 ,059 | 0 ,116 | 0 ,170 | 0 ,218 | 0 ,260 | 0 ,294 | 0 ,319 | 0 ,334 | 0 ,340 |
| 3300 | 0 ,00 | 0 ,061 | 0 ,120 | 0 ,175 | 0 ,225 | 0 ,268 | 0 ,303 | 0 ,329 | 0 ,345 | 0 ,350 |
| 3400 | 0 ,00 | 0 ,063 | 0 ,123 | 0 ,181 | 0 ,232 | 0 ,276 | 0 ,313 | 0 ,339 | 0 ,356 | 0 ,361 |
| 3500 | 0 ,00 | 0 ,065 | 0 ,127 | 0 ,186 | 0 ,239 | 0 ,285 | 0 ,322 | 0 ,349 | 0 ,366 | 0 ,372 |
| 3600 | 0 ,00 | 0 ,066 | 0 ,131 | 0 ,191 | 0 ,245 | 0 ,293 | 0 ,331 | 0 ,359 | 0 ,376 | 0 ,382 |
| | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 90°<br>180 | 95°<br>175 | 100°<br>170 | 105°<br>165 | 110°<br>160 | 115°<br>155 | 120°<br>150 | 125°<br>145 | 130°<br>140 | 135° |
| | 270°<br>360 | 275°<br>355 | 280°<br>350 | 285°<br>345 | 290°<br>340 | 295°<br>335 | 300°<br>330 | 305°<br>325 | 310°<br>320 | 315° |

Es sind nun, nach dieser Tafel, indem dabei die schon beiläufig bekannten Azimuthe benutzt wurden, den mitgetheilten ausgeglichenen Richtungen, die untenstehenden Correctionen hinzugefügt worden:

| 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | + 0″,015 | 5 | + 0″,020 | 6 | − 0″,005 | 6 | − 0″,016 | 10 | − 0″,029 | 8 | + 0″,009 |
| 10 | − 0 ,024 | 9 | + 0 ,049 | 5 | − 0 ,020 | 5 | + 0 ,004 | Si. | − 0 ,006 | 7 | − 0 ,004 |
| 7 | − 0 ,017 | 7 | − 0 ,005 | 9 | + 0 ,041 | 9 | + 0 ,053 | 7 | + 0 ,014 | 5 | − 0 ,018 |
| 8 | + 0 ,004 | 8 | − 0 ,017 | 10 | − 0 ,006 | 7 | + 0 ,020 | 8 | + 0 ,020 | 9 | − 0 ,055 |
| 6 | + 0 ,018 | Merbᵒʳ. | + 0 ,329 | 8 | + 0 ,021 | 10 | + 0 ,012 | 6 | + 0 ,017 | Bᵗ. | + 0 ,069 |
| | | Oenᵍ | + 0 ,027 | | | Lᵒʳ. | − 0 ,331 | 5 | + 0 ,006 | Wᵒ | + 0 ,020 |
| | | | | | | Krⁿ. | − 0 ,010 | Mᵃ Dᵗ. | 0 ,000 | Pⁿ. | − 0 ,069 |
| | | | | | | Ngoᵍ. | + 0 ,055 | Gᵗ. | − 0 ,033 | Kᵗ. | − 0 ,014 |
| | | | | | | Merbᵒʳ. | + 0 ,221 | Petjᵃ. | 0 ,000 | Lᵒʳ. | + 0 ,049 |
| | | | | | | | | Bᵗ. | + 0 ,039 | Krⁿ. | + 0 ,018 |

Und somit gab der zweite Theil des Basisnetzes die nachfolgenden Bedingungsgleichungen:

Dreieck 5 6 7.

$$
\begin{array}{rcrrrl}
5 & = & 64^\circ & 39' & 2'',58 & -\ (21) \\
6 & = & 64 & 17 & 28\ ,77 & +\ (32) \\
7 & = & 51 & 3 & 29\ ,28 & +\ (38) - (37) \\
\hline
 & & 180 & 0 & 0\ ,63 & \\
180^\circ + \varepsilon & = & 180 & 0 & 1\ ,28 & \\
\end{array}
$$

$$(I) \quad . \quad . \quad . \quad 0 = -\ 0,65 - (21) + (32) - (37) + (38)$$

Dreieck 6 7 8.

$$
\begin{array}{rcrrrl}
6 & = & 55^\circ & 45' & 4'',65 & +\ (33) - (32) \\
7 & = & 46 & 17 & 8\ ,05 & +\ (37) - (41) \\
8 & = & 77 & 57 & 47\ ,81 & +\ (45) - (42) \\
\hline
 & & 180 & 0 & 0\ ,51 & \\
180^\circ + \varepsilon & = & 180 & 0 & 1\ ,00 & \\
\end{array}
$$

$$(II) \quad . \quad . \quad . \quad 0 = -\ 0,49 - (32) + (33) + (37) - (41) - (42) + (45)$$

Dreieck 5 7 8.

$$
\begin{array}{rcrrrl}
5 & = & 37^\circ & 10' & 58'',33 & +\ (22) - (21) \\
7 & = & 97 & 20 & 37\ ,33 & +\ (38) - (41) \\
8 & = & 45 & 28 & 24\ ,61 & +\ (45) - (43) \\
\hline
 & & 180 & 0 & 0\ ,27 & \\
180^\circ + \varepsilon & = & 180 & 0 & 1\ ,37 & \\
\end{array}
$$

$$(III) \quad . \quad . \quad . \quad 0 = -\ 1,10 - (21) + (22) + (38) - (41) - (43) + (45)$$

Dreieck 5 7 9.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | = | 65° | 57′ | 55″,18 | + (21) — (19) |
| 7 | = | 54 | 27 | 37 ,05 | + (39) — (38) |
| 9 | = | 59 | 34 | 29 ,24 | + (56) — (55) |
| | | 180 | 0 | 1 ,47 | |
| $180° + \varepsilon$ | = | 180 | 0 | 1 ,41 | |

(IV) . . . 0 = + 0″,06 — (19) + (21) — (38) + (39) — (55) + (56)

Dreieck 6 7 9.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 | = | 38° | 25′ | 35″,99 | + (32) — (31) |
| 7 | = | 105 | 31 | 6 ,53 | + (39) — (37) |
| 9 | = | 36 | 3 | 18 ,04 | + (55) — (53) |
| | | 180 | 0 | 0 ,56 | |
| $180° + \varepsilon$ | = | 180 | 0 | 1 ,67 | |

(V) . . . 0 = — 1 ,31 — (31) + (32) — (37) + (39) — (53) + (55)

Dreieck 6 8 9.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 | = | 94° | 10′ | 40″,64 | + (33) — (31) |
| 8 | = | 62 | 16 | 12 ,57 | + (44) — (42) |
| 9 | = | 25 | 33 | 7 ,16 | + (55) — (54) |
| | | 180 | 0 | 0 ,57 | |
| $180° + \varepsilon$ | = | 180 | 0 | 1 ,98 | |

(VI) . . . 0 = — 1 ,61 — (31) + (33) — (42) + (44) — (54) + (55)

Dreieck 7 9 10.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 | = | 70° | 57′ | 14″,33 | + (40) — (39) |
| 9 | = | 60 | 29 | 43 ,83 | + (53) — (51) |
| 10 | = | 48 | 33 | 4 ,06 | + (64) — (62) |
| | | 180 | 0 | 2 ,22 | |
| $180° + \varepsilon$ | = | 180 | 0 | 2 ,01 | |

(VII) . . . 0 = + 0″,21 — (39) + (40) — (51) + (62) + (64)

Dreieck 8 9 10.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 | = | 41° | 11′ | 26″,77 | + (46) — (44) |
| 9 | = | 72 | 59 | 54 ,71 | + (54) — (51) |
| 10 | = | 65 | 48 | 43 ,16 | + (64) — (61) |
| | | 180 | 0 | 4 ,64 | |
| $180° + \varepsilon$ | = | 180 | 0 | 3 ,86 | |

(VIII) . . . 0 = + 0″,78 — (44) + (46) — (51) + (54) — (61) + (64)

Dreieck 5 8 10.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | = | 67° | 31′ | 12″,34 | + (22) — (20) |
| 8 | = | 70 | 58 | 16 ,14 | + (46) — (45) |
| 10 | = | 41 | 30 | 35 ,71 | + (65) — (61) |
| | | 180 | 0 | 4 ,19 | |
| 180° + ε | = | 180 | 0 | 4 ,17 | |

(IX) . . . 0 = + 0″,02 — (20) + (22) — (45) + (46) — (61) + (65)

Viereck 5 6 7 8.

$$\frac{\text{Sin } 765 \cdot \text{Sin } 786 \cdot \text{Sin } 758}{\text{Sin } 756 \cdot \text{Sin } 768 \cdot \text{Sin } 785} = 1.$$

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 765 | = 64° | 17′ | 28″,77 | + (32) | 9,954 7302.6 | + 10.1 (32) |
| 756 | = 64 | 59 | 2 ,58 | — (21) | 0,045 9687.2 | + 10.0 (21) |
| 786 | = 77 | 57 | 47 ,81 | + (45) — (42) | 9,990 3451.1 | + 4.5 { (45) — (42) } |
| 768 | = 55 | 45 | 4 ,65 | + (33) — (32) | 0,082 7035.0 | + 14.4 { (32) — (33) } |
| 758 | = 57 | 10 | 58 ,35 | + (22) — (21) | 9,781 2963.7 | + 27.7 { (22) — (21) } |
| 785 | = 45 | 28 | 24 ,61 | + (45) — (43) | 0,146 9554.1 | + 20.8 { (43) — (45) } |
| | | | | | 9,999 9991.7 | |

0 = — 8,3 — 17,7 (21) + 27,7 (22) + 24,5 (32) — 14,4 (33) — 4,5 (42) + 20,8 (43) — 16,3 (45)

oder:

(X) . . 0 = — 0,83 — 1.77 (21) + 2,77 (22) + 2,45 (32) — 1,44 (33) — 0,45 (42) + 2,08 (43) — 1,63 (45)

Viereck 5 6 7 9.

$$\frac{\text{Sin } 759 \cdot \text{Sin } 765 \cdot \text{Sin } 796}{\text{Sin } 795 \cdot \text{Sin } 756 \cdot \text{Sin } 769} = 1.$$

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 759 | = 65° | 57′ | 55″,18 | + (21) — (19) | 9,960 6150.7 | + 9.4 { (21) — (19) } |
| 795 | = 59 | 34 | 29 ,24 | + (56) — (53) | 0,064 5461.4 | + 12.4 { (53) — (56) } |
| 765 | = 64 | 17 | 28 ,77 | + (32) | 9,954 7302.6 | + 10.1 (32) |
| 756 | = 64 | 59 | 2 ,58 | — (21) | 0,045 9687.2 | + 10.0 (21) |
| 796 | = 56 | 5 | 18 ,04 | + (55) — (53) | 9,769 7920.4 | + 28.9 { (55) — (53) } |
| 769 | = 58 | 25 | 35 ,99 | + (32) — (31) | 0,206 5501.7 | + 26.6 { (31) — (32) } |
| | | | | | 0,000 0004.0 | |

0 = + 4,0 — 9,4 (19) + 19,4 (21) + 26,6 (31) — 16,5 (32) — 16,5 (53) + 28,9 (55) — 12,4 (56)

oder:

(XI) . . 0 = + 0,4 — 0,94 (19) + 1,94 (21) + 2,66 (31) — 1,65 (32) — 1,65 (53) + 2,89 (55) — 1,24 (56)

Viereck 5 8 7 9.

$$\frac{\text{Sin } 578 \cdot \text{Sin } 597 \cdot \text{Sin } 589}{\text{Sin } 587 \cdot \text{Sin } 579 \cdot \text{Sin } 598} = 1.$$

| | | |
|---|---|---|
| 5 7 8 | = 97° 20′ 57″,55 + (58) — (41) | 9,996 4229.2 + 2.7 { (41) — (58) } |
| 5 8 7 | = 45 28 24 ,61 + (45) — (43) | 0,146 9554.1 + 20.8 { (43) — (45) } |
| 5 9 7 | = 59 54 29 ,24 + (56) — (53) | 9,953 6558.6 + 12.4 { (56) — (53) } |
| 5 7 9 | = 54 27 57 ,05 + (59) — (58) | 0,089 5288.2 + 15.0 { (58) — (59) } |
| 5 8 9 | = 29 46 49 ,57 + (44) — (43) | 9,696 0758.8 + 36.8 { (44) — (43) } |
| 5 9 8 | = 47 4 18 ,56 + (56) — (54) | 0,155 5659.1 + 19.6 { (54) — (56) } |
| | | 0,000 0008.0 |

0 = + 8,0 + 12,3 (38) — 15,0 (39) + 2,7 (41) — 16,0 (43) + 36,8 (44) — 20,8 (45) — 12,4 (53) + 19,6 (54) — 7,2 (56)

oder:

(XII). . 0 = + 0,8 + 1,23 (37) — 1,50 (39) + 0,27 (41) — 1,60 (43) + 3,68 (44) — 2,08 (45) — 1,24 (53) + 1,96 (54) — 0,72 (56)

Viereck 5 9 10 7.

$$\frac{\text{Sin } 7910 \cdot \text{Sin } 759 \cdot \text{Sin } 7105}{\text{Sin } 7109 \cdot \text{Sin } 795 \cdot \text{Sin } 7510} = 1.$$

| | | |
|---|---|---|
| 7 9 10 | = 60° 29′ 45″,85 + (55) — (51) | 9,939 6775.0 + 12.0 { (55) — (51) } |
| 7 10 9 | = 48 55 4 ,06 + (64) — (62) | 0,125 2012.9 + 18.5 { (62) — (64) } |
| 7 5 9 | = 65 57 55 ,18 + (21) — (19) | 9,960 6150.7 + 9.4 { (21) — (19) } |
| 7 9 5 | = 59 54 29 ,24 + (56) — (53) | 0,064 5461.4 + 12.4 { (53) — (56) } |
| 7 10 5 | = 24 14 56 ,61 + (63) — (62) | 9,613 5287.7 + 46.7 { (63) — (62) } |
| 7 5 10 | = 30 20 14 ,01 + (21) — (20) | 0,296 6525.6 + 36.0 { (20) — (21) } |
| | | 9,999 9993.3 |

0 = — 6,7 — 9,4 (19) + 36,0 (20) — 26,6 (21) — 12,0 (51) + 24,4 (53) — 12,4 (56) — 28,2 (62) + 46,7 (63) — 18,5 (64)

oder:

(XIII). 0 = — 0,67 — 0,94 (19) + 3,60 (20) — 2,66 (21) — 1,20 (51) + 2,44 (53) — 1,24 (56) — 2,82 (62) + 4,67 (63) — 1,85 (64)

Viereck 5 9 8 10.

$$\frac{\text{Sin } 8910 \cdot \text{Sin } 859 \cdot \text{Sin } 8105}{\text{Sin } 8109 \cdot \text{Sin } 895 \cdot \text{Sin } 8510} = 1.$$

| | | |
|---|---|---|
| 8 9 10 | = 72° 59′ 54″,71 + (54) — (51) | 9,980 5929.4 + 6.4 { (54) — (51) } |
| 8 10 9 | = 65 48 45 ,16 + (64) — (61) | 0,039 9071.5 + 9.4 { (61) — (64) } |
| 8 5 9 | = 105 8 53 ,21 + (22) — (19) | 9,988 4650.8 + 4.9 { (19) — (22) } |
| 8 9 5 | = 47 4 18 ,56 + (56) — (54) | 0,155 5659.1 + 19.6 { (54) — (56) } |
| 8 10 5 | = 41 30 53 ,71 + (63) — (61) | 9,821 5495.3 + 23.7 { (63) — (61) } |
| 8 5 10 | = 67 51 12 ,54 + (22) — (20) | 0,034 5215,6 + 8.7 { (20) — (22) } |
| | | 0,000 0001.2 |

0 = + 1,2 + 4,9 (19) + 8,7 (20) — 13,6 (22) — 6,4 (51) + 26,0 (51) — 19,6 (56) — 14,3 (61) + 23,7 (63) — 9,1 (61)

oder:

(XIV) 0 = + 0,12 + 0,49 (19) + 0,87 (20) — 1,36 (22) — 0,64 (51) + 2,60 (54) — 1,96 (56) — 1,43 (61) + 2,37 (63) — 0,94 (64)

Darstellung der Correctionen (19), (20), (21). . . durch die Correlaten I, II, III, . . .

(19) = − IV − 0,94 XI − 0,94 XIII + 0,49 XIV
(20) = − IX + 5,60 XIII + 0,87 XIV
(21) = − I − III + IV − 1,77 X + 1,94 XI − 2,66 XIII
(22) = III + IX + 2,77 X − 1,56 XIV
(51) = − V − VI + 2,66 XI
(52) = I − II + V + 2,45 X − 1,65 XI
(55) = II + VI − 1,44 X
(57) = − I + II − V
(58) = I + III − IV + 1,25 XII
(59) = IV + V − VII − 1,50 XII
(40) = VII
(41) = II − III + 0,27 XII
(42) = − II − VI − 0,45 X
(43) = − III − IX + 2,08 X − 1,60 XII
(44) = VI − VIII + 5,68 XII
(45) = II + III − 1,65 X − 2,08 XII
(46) = VIII + IX
(51) = − VII − VIII − 1,20 XIII − 0,64 XIV
(55) = − IV − V + VII − 1,65 XI − 1,24 XII + 2,44 XIII
(54) = − VI + VIII + 1,96 XII + 2,60 XIV
(55) = V + VI + 2,89 XI.
(56) = IV − 1,24 XI − 0,72 XII − 1,24 XIII − 1,96 XIV
(61) = − VIII − IX − 1,45 XIV
(62) = − VII − 2,82 XIII
(65) = + IX + 4,67 XIII + 2,57 XIV
(64) = VII + VIII − 1,85 XIII − 0,94 XIV.

Die Correctionen (25) und (50) sind schon beim ersten Theile berechnet und angebracht, und werden also im zweiten Theile = 0 gesetzt.

## VORBEREITUNG ZUR BERECHNUNG DES MITTLEREN FEHLERS DER BRIGGISCHEN LOGARITHMEN DER VERHÄLTNISSE ZWISCHEN DEN VIER SEITEN 6 9, 6 8, 9 10, UND 8 10, UND DER SEITE 5 6.

Für jedes dieser Verhältnisse ist die Berechnung wieder zweifach geführt. Man hat nämlich:

einerseits / andererseits

$$\frac{\text{Sin } 6\ 9}{\text{Sin } 5\ 6} = \frac{\text{Sin } 9\ 5\ 6}{\text{Sin } 5\ 9\ 6} = \frac{\text{Sin } 9\ 8\ 6 \,.\, \text{Sin } 6\ 5\ 8}{\text{Sin } 8\ 9\ 6 \,.\, \text{Sin } 6\ 8\ 5}$$

$$\frac{\text{Sin } 6\ 8}{\text{Sin } 5\ 6} = \frac{\text{Sin } 6\ 5\ 8}{\text{Sin } 6\ 8\ 5} = \frac{\text{Sin } 6\ 9\ 8 \,.\, \text{Sin } 6\ 5\ 9}{\text{Sin } 6\ 8\ 9 \,.\, \text{Sin } 5\ 9\ 6}$$

$$\frac{\text{Sin } 9\ 10}{\text{Sin } 5\ 6} = \frac{\text{Sin } 9\ 5\ 10 \,.\, \text{Sin } 5\ 6\ 9}{\text{Sin } 5\ 10\ 9 \,.\, \text{Sin } 6\ 9\ 5} = \frac{\text{Sin } 9\ 8\ 10 \,.\, \text{Sin } 9\ 6\ 8 \,.\, \text{Sin } 9\ 5\ 6}{\text{Sin } 9\ 10\ 8 \,.\, \text{Sin } 9\ 8\ 6 \,.\, \text{Sin } 6\ 9\ 5}$$

$$\frac{\text{Sin } 8\ 10}{\text{Sin } 5\ 6} = \frac{\text{Sin } 5\ 6\ 8 \,.\, \text{Sin } 8\ 5\ 10}{\text{Sin } 6\ 8\ 5 \,.\, \text{Sin } 5\ 10\ 8} = \frac{\text{Sin } 6\ 5\ 7 \,.\, \text{Sin } 7\ 6\ 8 \,.\, \text{Sin } 8\ 7\ 10}{\text{Sin } 6\ 7\ 5 \,.\, \text{Sin } 7\ 8\ 6 \,.\, \text{Sin } 7\ 10\ 8}$$

Und weiter, einerseits:

$\text{Log}\ \frac{\text{Sin}\ 6\ 9}{\text{Sin}\ 5\ 6}$ = Vorläufiger Werth + 18,05 (19) + 48,4 (55) — 48,4 (56)
= V.W. — 66,45 IV + 48,4 V + 48,4 VI + 182,925 XI + 54,848 XII
+ 45,049 XIII + 105,7085 XIV.

$\text{Log}\ \frac{\text{Sin}\ 6\ 8}{\text{Sin}\ 5\ 6}$ = Vorläufiger Werth — 40,5 (22) + 55,1 (42) — 55,1 (45)
= V.W. — 55,1 II — 7,4 III — 55,1 VI — 7,4 IX — 195,928 X + 52,96 XII
+ 55,08 XIV.

$\text{Log}\ \frac{\text{Sin}\ 9\ 10}{\text{Sin}\ 5\ 6}$ = Vorläufiger Werth — 29,58 (19) + 29,58 (20) + 45,65 (65) — 46,65 (64)
+ 45,45 (51) + 48,58 (55) — 48,58 (56)
= V.W. — 19,00 IV + 4,95 V + 4,95 VI — 46,65 VII — 46,65 VIII
+ 17,25 IX + 542,9504 XI + 54,8556 XII + 497,4040 XIII + 260,5545 XIV.

$\text{Log}\ \frac{\text{Sin}\ 8\ 10}{\text{Sin}\ 5\ 6}$ = Vorläufiger Werth — 8,71 (20) + 8,71 (22) — 12,18 (55) + 55,07 (42)
— 55,07 (45) + 25,79 (61) — 25,79 (65)
= V.W. — 45,25 II + 41,78 III — 45,25 VI — 25,79 VIII + 2,91 IX
— 42,001 X + 52,91 XII — 142,455 XIII — 109,825 XIV.

und andererseits:

$\text{Log}\ \frac{\text{Sin}\ 6\ 9}{\text{Sin}\ 5\ 6}$ = Vorläufiger Werth — 40,51 (22) + 22,01 (42) — 55,07 (45) + 11,06 (44)
+ 48,50 (54) — 48,50 (55)
= V.W. — 22,01 II — 7,44 III — 48,50 V — 107,55 VI + 57,24 VIII
— 7,44 IX — 190,9028 X — 159,5870 XI + 188,2808 XII + 180,6756 XIV.

$\text{Log}\ \frac{\text{Sin}\ 6\ 8}{\text{Sin}\ 5\ 6}$ = Vorläufiger Werth + 18,05 (19) + 11,06 (42) — 11,06 (44) — 48,50 (54)
+ 96,68 (55) — 48,58 (56)
= V.W. — 11,06 II — 66,45 IV + 96,68 V + 122,86 VI — 57,24 VIII — 4,98 X
+ 522,429 XI — 100,556 XII + 45,024 XIII — 21,911 XIV.

$\text{Log}\ \frac{\text{Sin}\ 9\ 10}{\text{Sin}\ 5\ 6}$ = Vorläufiger Werth + 18,09 (19) + 1,55 (51) — 1,55 (55) + 11,06 (42)
— 55,12 (44) + 24,06 (46) + 48,58 (55) — 48,58 (56) + 9,45 (61)
— 9,45 (64)
= V.W. — 12,59 II — 66,45 IV + 46,85 V — 0,86 VI — 9,45 VII
+ 40,28 VIII + 14,61 IX — 2,7758 X + 186,9122 XI — 94,408 XII
+ 60,5067 XIII + 99,0588 XIV.

$$\text{Log}\,\frac{\text{Sin } 8\ 10}{\text{Sin } 5\ 6} = \text{Vorläufiger Werth} - 9{,}98\,(21) - 14{,}34\,(52) + 14{,}34\,(55) + 17{,}01\,(57) - 17{,}01\,(58) + 22{,}77\,(40) - 22{,}77\,(41) + 4{,}49\,(42) - 4{,}49\,(45) + 67{,}76\,(61) - 67{,}76\,(62)$$

$$= \text{V.W.} - 58{,}58\ \text{I} + 59{,}48\ \text{II} + 11{,}25\ \text{III} + 7{,}05\ \text{IV} - 51{,}55\ \text{V} + 9{,}85\ \text{VI} + 90{,}55\ \text{VII} - 67{,}76\ \text{VIII} - 67{,}76\ \text{IX} - 32{,}8198\ \text{X} + 4{,}2998\ \text{XI} - 17{,}7510\ \text{XII} + 217{,}6500\ \text{XIII} - 96{,}8968\ \text{XIV.}''$$

Indem wir wieder, für jeden Verhältniss-Logarithmus, die Quadrate der Coefficienten f der Correctionen summiren, erhalten wir:

| | einerseits: | andererseits: |
|---|---|---|
| für 6 9: | 5010,92, | 8007,25, |
| „ 6 8: | 5851,47, | 14590,99, |
| „ 9 10: | 12642,50, | 7124,96, |
| „ 8 10: | 5619,26, | 11549,65. |

Und so gestalten sich die erweiterten Normal- und Endgleichungen folgendermaassen:

NORMAL-

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 0,65 = | + 4 | — 2 | + 2 | + 2 | + 2 | — | — | — | — | + 4,22 | — 3,59 |
| + 0,49 = | | + 6 | + 2 | — | — 2 | + 2 | — | — | — | — 5,07 | + 1,65 |
| + 0,10 = | | | + 6 | — 2 | — | — | — | — | + 2 | + 0,83 | — 1,94 |
| — 0,06 = | | | | + 6 | + 2 | — | — 2 | — | — | — 1,77 | + 3,29 |
| + 1,31 = | | | | | + 6 | + 2 | — 2 | — | — | + 2,45 | + 0,23 |
| + 1,61 = | | | | | | + 6 | | — 2 | — | — 0,99 | + 0,23 |
| — 0,21 = | | | | | | | + 6 | + 2 | — | — | — 1,65 |
| — 0,78 = | | | | | | | | + 6 | + 2 | — | — |
| — 0,02 = | | | | | | | | | + 6 | + 0,69 | — |
| + 0,83 = | | | | | | | | | | + 26,0677 | — 7,4761 |
| — 0,40 = | | | | | | | | | | | + 27,0575 |
| — 0,80 = | | | | | | | | | | | |
| + 0,67 = | | | | | | | | | | | |
| — 0,12 = | | | | | | | | | | | |

END-

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 0,65 = | + 4 | — 2 | + 2 | — 2 | + 2 | — | — | — | — | + 4,22 | — 3,59 |
| + 0,815 = | | + 5 | + 3 | — 1 | — 1 | + 2 | — | — | — | — 2,96 | — 0,145 |
| + 0,286 = | | | + 3,2 | — 0,4 | — 0,4 | — 1,2 | — | — | + 2 | + 0,496 | — 0,058 |
| + 0,46375 = | | | | + 4,75 | + 2,75 | + 0,25 | — 2 | — | + 0 25 | — 0,19 | + 1,1587 |
| + 0,91525 = | | | | | + 3,1579 | + 2,1053 | — 0,8421 | — | + 0,1053 | — 0,08 | + 1,1412 |
| + 0,75665 = | | | | | | + 3,3333 | + 0,6667 | — 2 | + 0,6667 | + 0,4433 | — 0,5734 |
| + 0,0781 | | | | | | | + 4,8 | + 2,4 | — | — 0,1900 | — 0,6100 |
| — 0,365 | | | | | | | | + 3,6 | + 2,4 | + 0,3610 | — 0,0360 |
| — 0,1617 | | | | | | | | | + 3 | + 0,0633 | + 0,06 |
| + 0,5666 | | | | | | | | | | + 19,6729 | — 3,6243 |
| — 0,0178 | | | | | | | | | | | + 22,1207 |
| — 1,0861 | | | | | | | | | | | |
| + 0,2292 | | | | | | | | | | | |
| + 1,4089 | | | | | | | | | | | |

Die Auflösung dieser Endgleichungen giebt die Correlaten wie folgt:

| | | | Log |
|---|---|---|---|
| I | = | — 0,03988 | 8,60076n |
| II | = | — 0,82611 | 9,91704n |
| III | = | + 0,98111 | 9,99172 |
| IV | = | + 0,55878 | 9,74724 |
| V | = | — 0,64529 | 9,80975n |
| VI | = | + 1,02562 | 0,01099 |
| VII | = | + 0,17583 | 9,24509 |
| VIII | = | — 0,16192 | 0,20930n |
| IX | = | — 0,32789 | 8,51573n |
| X | = | + 0,10769 | 9,03218 |
| XI | = | + 0,01116 | 8,04766 |
| XII | = | — 0,25121 | 9,40004n |
| XIII | = | — 0,18876 | 9,27591n |
| XIV | = | + 0,53409 | 9,72761 |

Weiter die mittleren Fehler:

$$\text{von Log } \frac{\text{Sin } 6\;9}{\text{Sin } 5\;6} = \mu\sqrt{302} = 17{,}4\;\mu,$$

$$\text{„ „ } \frac{\text{Sin } 6\;8}{\text{Sin } 5\;6} = \mu\sqrt{996} = 31{,}6\;\mu,$$

$$\text{„ „ } \frac{\text{Sin } 9\;10}{\text{Sin } 5\;6} = \mu\sqrt{896} = 29{,}9\;\mu,$$

$$\text{„ „ } \frac{\text{Sin } 8\;10}{\text{Sin } 5\;6} = \mu\sqrt{512} = 22{,}6\;\mu,$$

## GLEICHUNGEN.

| XII | XIII | XIV | 6 9 $\lambda_1$ | 6 9 $\lambda_2$ | 6 8 $\lambda_3$ | 6 8 $\lambda_4$ | 9 10 $\lambda_5$ | 9 10 $\lambda_6$ | 8 10 $\lambda_7$ | 8 10 $\lambda_8$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 1,32 | + 2,66 | — | — | — | — | — | — | — | — | − 38,38 |
| − 2,35 | — | — | — | − 22,01 | − 33,1 | − 11,06 | — | + 12,59 | − 45,25 | + 59,48 |
| + 0,48 | + 2,66 | − 1,36 | — | − 7,44 | − 7,4 | — | — | — | + 41,78 | + 11,25 |
| − 2,21 | − 5,40 | − 2,45 | − 66,45 | — | — | − 66,43 | − 19,00 | − 66,43 | — | + 7,03 |
| − 0,26 | − 2,44 | — | + 48,4 | − 48,30 | — | + 96,68 | + 4,95 | + 46,85 | — | − 31,35 |
| + 1,72 | — | − 2,60 | + 48,4 | − 107,55 | − 33,1 | + 122,86 | + 4,95 | − 0,86 | − 45,25 | + 9,85 |
| + 0,26 | + 4,01 | − 0,30 | — | — | — | — | − 46,63 | − 9,45 | — | + 90,53 |
| − 1,72 | − 0,65 | + 3,73 | — | + 37,24 | — | − 37,24 | − 46,63 | + 40,28 | − 23,79 | − 67,76 |
| + 1,60 | + 1,07 | + 1,57 | — | − 7,44 | 7,4 | — | + 17,25 | + 14,61 | + 2,91 | − 67,76 |
| + 0,0624 | + 4,7082 | − 3,7672 | — | − 190,90 | − 195,93 | − 4,98 | — | − 2,77 | − 42,00 | − 32,82 |
| + 2,9388 | − 6,7652 | + 1,9698 | + 182,92 | − 139,59 | — | + 322,43 | + 342,95 | + 186,91 | — | + 4,30 |
| + 30,1622 | − 2,1328 | + 6,5072 | + 34,85 | + 188,28 | + 52,96 | − 100,54 | + 34,83 | − 94,41 | + 52,91 | − 17,73 |
| | + 63,0342 | + 18,6767 | + 43,05 | — | — | + 43,02 | + 497,40 | + 60,51 | − 142,45 | + 217,63 |
| | | + 22,4032 | + 103,71 | + 180,67 | + 55,08 | − 21,91 | + 200,34 | + 99,04 | − 109,83 | − 96,90 |
| | | | + 5011 | + 8007 | + 3831,5 | + 14591 | + 12643 | + 7125 | + 3619 | + 11350 |

## GLEICHUNGEN.

| XII | XIII | XIV | 6 9 $\lambda_1$ | 6 9 $\lambda_2$ | 6 8 $\lambda_3$ | 6 8 $\lambda_4$ | 9 10 $\lambda_5$ | 9 10 $\lambda_6$ | 8 10 $\lambda_7$ | 8 10 $\lambda_8$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 1,23 | + 2,66 | — | — | — | — | — | — | — | — | − 38,38 |
| − 1,735 | + 1,33 | — | — | − 22,01 | − 33,1 | − 11,06 | — | − 12,59 | − 45,25 | + 40,29 |
| + 0,906 | + 0,532 | − 1,36 | — | + 5,77 | + 12,46 | + 6,64 | — | + 7,55 | + 68,93 | + 6,27 |
| − 1,8287 | − 3,7375 | − 2,62 | − 66,45 | − 3,68 | − 5,06 | − 67,81 | − 19,00 | − 68,01 | − 0,434 | − 3,32 |
| − 0,05 | − 1,2737 | + 1,3468 | + 86,871 | − 49,85 | − 2,13 | + 134,56 | + 15,95 | + 84,61 | − 0,183 | − 1,40 |
| + 2,8833 | − 0,7133 | − 3,87 | − 6,017 | − 63,17 | − 13,50 | + 43,64 | − 4,68 | − 45,84 | − 1,16 | − 2,82 |
| − 1,1000 | + 2,5540 | − 0,2700 | − 3,611 | − 2,21 | 0,00 | − 1,40 | − 19,44 | − 6,35 | 0,00 | + 89,32 |
| + 0,560 | − 1,4990 | + 1,543 | − 1,805 | + 0,44 | − 8,10 | − 10,36 | − 24,72 | + 15,95 | − 24,49 | − 114,11 |
| + 0,1816 | + 1,8333 | + 2,2583 | + 3,007 | + 3,14 | − 6,75 | − 0,89 | + 35,14 | + 9,19 | − 23,58 | + 5,17 |
| − 2,9612 | + 2,5428 | − 3,3254 | − 0,318 | − 198,03 | − 215,0 | − 16,53 | + 0,017 | − 7,92 | − 76,39 | + 45,63 |
| + 4,3991 | − 1,8532 | + 0,9191 | + 170,34 | − 168,62 | − 40,25 | + 298,6 | + 334,9 | + 166,7 | − 13,91 | − 9,20 |
| + 24,0551 | − 3,2569 | + 8,1299 | − 18,71 | + 234,37 | + 24,93 | − 228,1 | − 44,39 | − 124,95 | + 15,02 | + 54,03 |
| | + 53,1876 | + 19,2263 | + 38,12 | + 38,05 | + 33,32 | + 33,34 | + 506,5 | − 55,51 | − 127,09 | + 131,26 |
| | | + 2,6380 | + 6,85 | + 6,90 | − 3,76 | − 3,82 | + 37,0 | − 24,80 | − 25,26 | − 106,31 |
| | | | + 363 | + 301 | + 995 | + 999 | + 894 | + 896 | + 512 | + 512 |

Und durch Substitution, die Correctionen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| (19) | = − 0",130 | (43) | = − 0",027 |
| (20) | = + 0 ,113 | (44) | = + 0 ,263 |
| (21) | = − 0 ,049 | (45) | = + 0 ,502 |
| (22) | = + 0 ,225 | (46) | = − 0 ,490 |
| (31) | = − 0 ,351 | (51) | = − 0 ,129 |
| (32) | = + 0 ,386 | (53) | = + 0 ,095 |
| (33) | = + 0 ,044 | (54) | = − 0 ,201 |
| (37) | = − 0 ,141 | (55) | = + 0 ,413 |
| (38) | = + 0 ,073 | (56) | = − 0 ,087 |
| (39) | = + 0 ,115 | (61) | = − 0 ,274 |
| (40) | = + 0 ,176 | (62) | = + 0 ,357 |
| (41) | = − 0 ,223 | (63) | = + 0 ,056 |
| (42) | = − 0 ,248 | (64) | = − 0 ,139 |

Für die Bestimmung des mittleren Fehlers einer stationsweise ausgeglichenen Richtung giebt nun

$$\text{der erste Theil des Basisnetzes } 12\,\mu^2 = [\mu\,\varepsilon^2] = 3{,}74$$
$$\text{„ zweite „ „ „ } 14\,\mu^2 = [\,\varepsilon^2\,] = 1{,}61$$

Dass der zweite Theil einen kleineren Werth als der erste Theil giebt, muss dem Zufall zugeschrieben werden. Zwar könnte man annehmen, der grössere Fehler bei dem ersten Theile sei durch die grössere Nähe der anvisirten Punkte zu erklären, indem bei diesen das Heliotropenlicht, obwohl durch den Spalt des Schirmes, (Tafel VI, 1ᵉ Figur ohne Nummer) gemildert, doch durch seine Helligkeit die Genauigkeit beeinträchtigte; dagegen ist aber einzuwenden, dass der mittlere Fehler der Richtungen auch bei den Entfernungen, wie sie bei den primären Messungen vorkommen, wie wir nachher sehen werden, überhaupt grösser als hier gefunden worden ist. Wir werden also die beiden Resultate verbinden, und erhalten so

$$26\,\mu^2 = 5{,}35,$$
$$\mu^2 = 0{,}206,$$
$$\mu = \pm\,0{,}455,$$

also den mittleren Fehler:

$$\text{von } \operatorname{Log}\frac{\operatorname{Sin} 5\,6}{\operatorname{Sin} 1\,2} = 51{,}55\,\mu = \pm\,23{,}5$$
$$\text{„ } \operatorname{Log}\frac{\operatorname{Sin} 6\,9}{\operatorname{Sin} 5\,6} = 17{,}4\,\mu = \pm\,7{,}9$$
$$\text{„ } \operatorname{Log}\frac{\operatorname{Sin} 6\,8}{\operatorname{Sin} 5\,6} = 31{,}6\,\mu = \pm\,14{,}5$$
$$\text{„ } \operatorname{Log}\frac{\operatorname{Sin} 9\,10}{\operatorname{Sin} 5\,6} = 28{,}9\,\mu = \pm\,13{,}1$$
$$\text{„ } \operatorname{Log}\frac{\operatorname{Sin} 8\,10}{\operatorname{Sin} 5\,6} = 22{,}6\,\mu = \pm\,10{,}3$$

} Einheiten der siebenten Decimalstelle.

Betrachten wir nun die Basis 1 2 als fehlerfrei, und verwechseln wir die Sinus mit den Seiten selbst, so wird der mittlere Fehler

$$\text{von Log } 5\,6 = 51{,}5\,\mu = \pm\,23{,}5$$
$$\text{von Log } 6\,9 = \mu\sqrt{2655 + 302} = \mu\sqrt{2957} = 54{,}4\,\mu = \pm\,25{,}5$$
$$\text{„ Log } 6\,8 = \mu\sqrt{2655 + 996} = \mu\sqrt{3651} = 60{,}4\,\mu = \pm\,27{,}4$$
$$\text{„ Log } 9\,10 = \mu\sqrt{2655 + 896} = \mu\sqrt{3551} = 59{,}6\,\mu = \pm\,27{,}0$$
$$\text{„ Log } 8\,10 = \mu\sqrt{2655 + 512} = \mu\sqrt{3167} = 56{,}3\,\mu = \pm\,25{,}5$$

} Einheiten der siebenten Decimal-Stelle.

## § 12. Ausgeglichene Richtungen und Log. Sin. der Dreiecksseiten.

| Punkt. | | Richtung. | Log. Sin. Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | | **1 Logantong.** | | |
| 3 | Bandong | 359° 59′ 59″,82 | 3,615 9650.1 | 0.5 |
| 5 | Basé | 10 55 40 ,805 | 4,089 2844.9 | 2.7 |
| | Kaligong | 39 42 59 ,95 | | |
| 2 | Penoenggalan | 39 49 9 ,88 | 3,620 7468.5 | 0.5 |
| 4 | Weroe | 66 16 58 ,85 | 3,710 2218.9 | 0.5 |
| 6 | Banjoepabit | 86 57 55 ,80 | 4,526 1585.8 | 8.0 |
| | | **2 Penoenggalan.** | | |
| 4 | Weroe | 359° 59′ 59″,85 | 3,566 2488.5 | 0.1 |
| 1 | Logantong | 100 21 54 ,22 | 3,620 7468.5 | 0.5 |
| | Kaligong | 100 27 15 ,85 | | |
| 3 | Bandong | 169 12 55 ,45 | 3,450 6671.7 | 0.2 |
| 5 | Basé | 257 51 16 ,48 | 3,948 1907.2 | 1.4 |
| 6 | Banjoepabit | 356 58 52 ,21 | 4,269 6241.4 | 6.2 |
| | | **3 Bandong.** | | |
| 5 | Basé | 359° 59′ 59″,60 | 3,917 8182.5 | 1.2 |
| 2 | Penoenggalan | 92 50 22 ,44 | 3,450 6671.7 | 0.2 |
| 4 | Weroe | 97 42 29 ,25 | 3,709 6277.4 | 0.5 |
| | Kaligong | 157 45 12 ,64 | | |
| 1 | Logantong | 164 9 55 ,21 | 3,615 9650.1 | 0.5 |
| | | **4 Weroe.** | | |
| 1 | Logantong | 359° 59′ 59″,69 | 3,710 2218.9 | 0.5 |
| | Kaligong | 14 58 57 ,19 | | |
| 3 | Bandong | 47 15 56 ,76 | 3,709 6277.4 | 0.5 |
| 2 | Penoenggalan | 55 10 56 ,55 | 3,566 2488.5 | 0.1 |
| 5 | Basé | 100 1 29 ,65 | 4,012 9095.8 | 2.0 |
| | | **5 Basé.** | | |
| 9 | Gading | 359° 59 59″,87 | 4,578 0670.9 | 10.2 |
| 10 | Segorogoenoeng | 55 57 41 ,28 | 4,700 8706.8 | 45.2 |
| 7 | Sanggrah | 65 57 55 ,15 | 4,405 2494.8 | 11.5 |
| 8 | Salem | 105 8 55 ,1755 | 4,546 6265.5 | 22.2 |
| 6 | Banjoepabit | 150 56 57 ,755 | 4,559 5782.4 | 8.5 |
| 4 | Weroe | 176 50 5 ,01 | 4,012 9095.8 | 2.0 |
| 2 | Penoenggalan | 187 50 46 ,45 | 3,948 1907.2 | 1.4 |
| 1 | Logantong | 201 7 55 ,16 | 4,089 2844.8 | 2.7 |
| 3 | Bandong | 206 22 0 ,59 | 3,917 8179.7 | 1.2 |

## 6 Banjoepahit.

| | Punkt. | Richtung. | | | Log. Sin. Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Logantong | 359° | 59′ | 59″,72 | 4,526 1585.8 | 8.0 |
| 2 | Penoenggalan | 9 | 28 | 15 ,95 | 4,269 6241.4 | 6.2 |
| 5 | Basé | 55 | 7 | 9 ,975 | 4,559 5782.4 | 8.5 |
| 9 | Gading | 58 | 59 | 2 ,42 | 4,618 6288.5 | 50.9 |
| 7 | Sanggrah | 97 | 24 | 59 ,15 | 4,404 5501.8 | 11.5 |
| 8 | Salem | 155 | 9 | 45 ,45 | 4,275 2188.7 | 6.5 |
| | Merbaboe | 225 | 50 | 10 ,96 | | |
| | Oenarang | 266 | 18 | 29 ,15 | | |
| | Moeara Demak | 555 | 15 | 15 ,18 | | |

## 7 Sanggrah.

| | Punkt. | Richtung. | | | Log. Sin. Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Banjoepahit | 359° | 59′ | 59″,86 | 4,404 5501.8 | 11.5 |
| 5 | Basé | 51 | 5 | 29 ,55 | 4,405 2494.8 | 11.5 |
| 9 | Gading | 105 | 51 | 6 ,445 | 4,428 2090.0 | 12.9 |
| 10 | Segorogoenoeng | 176 | 28 | 20 ,84 | 4,495 0890.0 | 17.4 |
| 8 | Salem | 515 | 42 | 51 ,75 | 4,551 5008.9 | 8.5 |

## 8 Salem.

| | Punkt. | Richtung. | | | Log. Sin. Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Banjoepahit | 359° | 59′ | 59″,75 | 4,275 2188.7 | 6.5 |
| 5 | Basé | 52 | 29 | 25 ,17 | 4,546 6265.5 | 22.2 |
| 9 | Gading | 62 | 16 | 12 ,85 | 4,670 4550.9 | 59.2 |
| 7 | Sanggrah | 77 | 57 | 48 ,51 | 4,551 5008.9 | 8.5 |
| 10 | Segorogoenoeng | 105 | 27 | 58 ,85 | 4,690 9549.0 | 45.1 |
| | Lawoe | 154 | 25 | 17 ,25 | | |
| | Kritjian | 192 | 22 | 58 ,89 | | |
| | Nglanggrang | 251 | 22 | 15 ,06 | | |
| | Merbaboe | 275 | 42 | 41 ,49 | | |

## 9 Gading.

| | Punkt. | Richtung. | | | Log. Sin. Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | Segorogoenoeng | 359° | 59′ | 59″,87 | 4,528 9610.6 | 20.5 |
| | Sindang | 25 | 51 | 50 ,45 | | |
| 7 | Sanggrah | 60 | 29 | 45 ,925 | 4,428 2090.0 | 12.9 |
| 8 | Salem | 72 | 59 | 54 ,42 | 4,670 4550.9 | 59.2 |
| 6 | Banjoepahit | 96 | 55 | 2 ,28 | 4,618 6288.5 | 50.9 |
| 5 | Basé | 120 | 4 | 12 ,98 | | |
| | Moeara Demak | 145 | 59 | 41 ,67 | | |
| | Genook | 204 | 55 | 49 ,60 | | |
| | Petjangahan | 252 | 29 | 4 ,05 | | |
| | Boetak | 290 | 52 | 57 ,05 | | |

| Punkt | | Richtung. | | | Log. Sin. Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 10 Segorogoenoeng. | | | | |
| 8 | Salem | 359° | 59′ | 59″,73 | 4,690 9549.0 | 45.1 |
| 7 | Sanggrah | 47 | 45 | 59 ,46 | 4,493 0890.0 | 17.4 |
| 5 | Basé | 41 | 30 | 35 ,77 | 4,700 8706.8 | 44.7 |
| 9 | Gading | 65 | 48 | 45 ,02 | 4,528 9610.6 | 20.5 |
| | Boetak | 140 | 7 | 6 ,75 | | |
| | Wonotjolo | 175 | 29 | 41 ,08 | | |
| | Pandan | 216 | 28 | 44 ,25 | | |
| | Kendil | 225 | 40 | 56 ,19 | | |
| | Lawoe | 287 | 25 | 29 ,68 | | |
| | Kritjian | 337 | 21 | 12 ,24 | | |

Die Richtigkeit der Lösung der Endgleichungen ist an die sphärischen Ueberschüsse und an die Seitengleichungen geprüft worden; wir haben aber diese Prüfungen, welche jeder sich leicht selbst machen kann, hier der Kürze halber fortgelassen. Obenstehende Log. Sin. Seite sind, wie die vorigen, (S. 92, 95, 103 und 104,) mittels 7 stelliger Logarithmen berechnet; die achte Stelle ist also nur durch die Interpolation entstanden, und hauptsächlich wegen der Additamente hinzugefügt. — Es kommen nämlich Fälle vor, wo die Abrundung auf sieben Decimalstellen bei Log. Sin. Seite und Additament beide, den Log. Seite um eine Einheit dieser Stelle zu gross oder zu klein giebt.

## § 13. Die Basismessung bei Tangsil, (Residentschaft Besoeki).

### WAHL DES TERRAINS.

Im Jahre 1873 wurde dem Assistenten J. L. Baron van Isselmuden der Auftrag ertheilt, in Ost-Java eine Untersuchung nach einem geeigneten Basis-Terrain anzustellen, und zwar entweder in der Residentschaft Besoeki, oder in der damaligen, seitdem wiederum wie früher bei Besoeki eingetheilten, Residentschaft Banjoewangi.

Es war vorauszusehen, dass dieser Auftrag nicht ganz leicht zu erfüllen sein würde. An der Westseite, gegen die Grenze der Residentschaft Probolinggo, befindet sich das Ajang-Gebirge, im Norden, dicht an der See, der Ringgit, im Nordosten der Baloeran, (nach Junghuhn Boeloeran), der das bekannte Kap Sedano bildet, und östlich von der Mitte der Residentschaft, der Raoen und der Idjen; die Abhänge dieser Berge breiten sich natürlich sehr weit aus, während ausserdem der ganze Süd-Ost-Theil der Residentschaft ein ununterbrochenes Hügelland bildet.

Dennoch gelang es Herrn von Isselmuden zwei für Basismessungen geeignete Gebiete zu finden; das eine war der grosse Fahrweg unmittelbar im Osten vom Hauptort Besoeki, das andere die im Thale zwischen dem Ajang und Ringgit einerseits und dem Raoen andererseits befindliche Strasse von Sitoebondo nach Bondowoso, und zwar derjenige Theil, welcher die Dörfer Tangsil und Djoerangsapi verbindet. Letzterer wurde gewählt; zwar kamen auf ihm etwas grössere Neigungen vor, als auf dem grossen Fahrwege östlich von Besoeki; diese konnten aber, dank den vorzüglichen Neigungs-Messern der langen Messstan-

gen des Basis-Apparats, (1e Abth. S. 10,) nicht erheblich schaden, während die Verbindung mit dem Dreiecknetze an beiden Seiten der Basis stattfinden konnte, was einen nicht zu verachtenden Vortheil bot.

Es konnte hier in grader Linie eine Basis von 5040 Metern gemessen werden, wobei aber freilich nicht immer die Achse des Weges inne gehalten werden konnte, und sogar ein Theil den Rand des Weges berühren musste. Bei der nachherigen Messung machten sich jedoch hierdurch keine Uebelstände geltend. Betrachtet man die Höhen-Unterschiede, welche durch Nivelliren gefunden waren, so war der grösste Unterschied 1,157 Meter auf 99,7 Meter, was einer mittleren Neigung dieser Strecke von 0°40′ entspricht; und die grösste Neigung welche durch je einen der Neigungsmesser angegeben wurde, wurde, war 2° 24′ 17″,5.

Nach einiger Mühe wurden vom Ingenieur Soeters geeignete Verbindungspunkte gefunden; die der Basis gegenüberstehenden Winkel betrugen aber doch zu Poetri nur 35°,8 und zu Petjaloengan nur 28°,1. Die weitere Verbindung mit der primären Seite Beser-Soeket gelang aber, s. Tafel XIV, mittels Dreiecke von günstigerer Form.

## SICHERUNG DER ENDPUNKTE. BESCHREIBUNG DER BEOBACHTUNGSPFEILER; CENTRIRUNG DER HELIOTROPE UND DES UNIVERSAL-INSTRUMENTS.

Die Tafel XIII zeigt den Aufstand und die Projection der Pfeiler, sowohl an den beiden Endpunkten der Basis, Tangsil und Djoerangsapi, wie auch an den Netzpunkten. Erstere Pfeiler haben eine Höhe von 5, letztere von 1,5 Meter.

Der untere Theil des Fundaments besteht aus Rollsteinen, welche in den Boden hineingestampft sind, die darüber befindlichen Lagen bestehen aus ähnlichen Steinen und starkem Cement. Ferner sind die Pfeiler ganz aus Ziegelsteinen und ähnlichem Cement gebaut; nur oben werden sie van einem aus Trachyt gehauenen Quaderstein gedeckt.

Das Fundament für die Absetzkugel steht in der Mitte zwischen den Fundamenten für das Gewölbe, welches den Pfeiler trägt. Es besteht gleichfalls aus mit festem Cement gemauerten Ziegelsteinen, und in ihm ist eine viereckige Vertiefung ausgespart worden, worin ein parallelopipedischer Trachytblock von 3,5 Decimeter Höhe und 2 Decimeter Länge und Breite eingelassen und mit Cement stark befestigt wurde.

In diesem Trachytblock wurde, wie es bei den anderen Basen auch geschah, ein senkrechter eiserner Bolzen, von etwa 2 dM. Höhe, mit einem Querdurchschnitt von 3,5 cM., der oben eine eingelassene Glaskugel enthält, eingesenkt und mit Blei festgegossen.

Zwischen dem Fundament und der Absetzkugel, befindet sich gut angestampfter Kies und Sand.

Das Gewölbe, dessen Seiten der Richtung der Basis parallel laufen, ist erst nach Vollendung der Basismessung gebaut. Inzwischen war die Glaskugel am Anfangspunkt genügend vor Beschädigung geschützt.

In dem Pfeiler oberhalb des Gewölbes, wurde ein senkrechtes Zinkrohr, genau über der Glaskugel, eingemauert. Der Quaderstein, mit welchem der Pfeiler gedeckt wurde, enthielt in der Mitte eine eiserne Schraubenmutter; in diese passt eine Schraube mit centraler Durchbohrung, welche, wie in der zweiten Abtheilung S. 11 beschrieben worden ist, einen auf Tafel VI, abgebildeten Spalt-Apparat trug. (Es steht dort irrthümlich Taf. IV.)

Bevor der Quaderstein auf den Pfeiler gelegt wurde, wurde, wie oben S. 62 abgebildet ist, der Absetzcylinder mit seiner kegelförmigen Spitze auf die Glaskugel gesetzt und mittels der am Cylinder verbundenen Libelle genau senkrecht gestellt. Dann wurde der Quaderstein, mit dem Spaltapparat versehen, in einem Bette von feuchtem Cement auf den Pfeiler gelegt, und mittels eines Bleiloths, dessen Faden durch die Durchbohrung der Schraube und weiter durch das Zinkrohr ging, so verschoben, dass die Achse der Schraube, und somit auch die Mittellinie des Spalts, genau über die Spitze der Kegel, also auch genau über das Centrum der Glaskugel kam. Um die Vertikalität des Spalts und der Schraubenachse

zu sichern wurde ein kleineres Bleiloth benutzt, welches in der Mitte der oberen Seite des Rahmens des Spaltapparates befestigt war, und also mitten im Spalte hing.

Als auf einem der Endpunkte die horizontalen Winkel gemessen wurden, wozu das 12zöllige Universal-Instrument von Repsold diente, wurde in die Schraubenmutter eine andere Schraube gedreht, welche ebenso centrisch eine feine Durchbohrung hatte, und die centrale Spitze, mit welcher das Universal-Instrument unten versehen war, wurde genau oberhalb dieser Durchbohrung gebracht, so dass sie, wenn sie niedergelassen wurde, in die Durchbohrung hineinsank.

Auf diese Weise war die Centrirung innerhalb eines Millimeters gesichert, was auf eine Basis von 5040 Metern, nach Winkelmaass, etwa 0",04 entspricht.

Die Pfeiler der Basisnetzpunkte wurden mit ähnlichen Trachyt-Quadersteinen bedeckt, wie jene der Endpunkte, und die Centrirung wurde dort auch auf ähnliche Art besorgt. Nur waren die Schrauben, in der Mitte der Decksteine, nicht durchbohrt, sondern ihre Achse auf dem Kopfe durch eine Marke angegeben.

## HÜLFS-PFEILER FÜR DAS RICHTEN DER MESSSTANGEN.

Ursprünglich war die Richtung und erreichbare Länge der Basis durch zwei kleine Pfeiler zu Tangsil und Djoerangsapi angegeben. Auf einer Entfernung von etwa zwei Metern vom Pfeiler zu Tangsil, in der Richtung nach Djoerangsapi, wurde das Fundament für die Absetzkugel gebaut, welche dort das Ende der Basis angegeben sollte.

Sowohl des lebhaften Verkehrs auf der Fahrstrasse, als auch des unebenen Terrains wegen war es nöthig vier Zwischenpunkte in der Richtung der Basis anzunehmen. In diesen wurden ähnliche Pfeiler errichtet wie auf den Verbindungspunkten, nur wurden sie nicht mit Quadersteinen bedeckt, sondern in dieselben ein Balken eingelassen,* in welchem die oben beschriebene Schraubenmutter angebracht war. In dieser wurde also ebenfalls ein Schirm mit senkrechtem Spalt eingeschraubt.

Um die Spalte dieser Schirme genau in der Richtung der Basis zu stellen, wurde zu Tangsil auf die Absetzkugel der von Repsold dem Basis-Apparat mitgegebene Beobachtungstisch, 1e Abth. Tafel I, Fig. 6, und auf diesen Tisch das Universal-Instrument von Repsold gesetzt. Es wurde nun erst nach einem, über das andere Ende zu Djoerangsapi aufgestellten Heliotropen visirt, und dann, nach einander, die Balken auf den Hülfspfeilern so lange nach vorher verabredeten Signalen hin und her verschoben, bis der Spalt vom Mittelfaden des Fernrohrs des Universal-Instruments bedeckt oder in zwei gleiche Theile getheilt wurde, worauf alsdann der Balken mit Cement im Pfeiler befestigt wurde.

Sobald die Messung der Basis bis zu einem der Hülfspfeiler fortgeschritten war, wurde dieser abgebrochen.

## TRANSPORT DES BASIS-APPARATS.

Nachdem eine der Endtheilungen der langen Messstangen, welche zerbrochen war, nämlich II, zu Batavia erneuert, und alle Stangen mit dem Normalmeter verglichen worden waren, wurde der Basis-Mess-Apparat auf einem Dampfschiffe nach Ost-Java expedirt. Das Ein-und Ausschiffen geschah unter der Aufsicht eines Ingenieurs oder Assistenten, der weitere Transport über Land wurde unter Aufsicht eines der zum geographischen Dienste abcommandirten Unterofficiere oder eines zu diesem Dienste gehörigen Civilbeamten bewerkstelligt, und zwar derjenige der Messstangen durch Kulis, der der übrigen Theile des Apparats auf Wagen.

Ingenieur Woldringh hatte vor der Absendung des Apparats aus Batavia, zwischen den Enden der

* Ob hier ein senkrecht stehender oder ein wagerecht liegender Balken gemeint ist, ist nicht deutlich. Ich muthmaasse: ein senkrecht stehender, analog den eisernen Bolzen, welche beim Absetzen die Glaskugel trugen, und im Trachytblock festgegossen wurden.

Stahl- und der Zinkstangen, Scheibchen Kork befestigt, damit nicht wieder wie früher, (S. 62,) eine Berührung und Absplitterung der Glastheilungen stattfinden konnte. Die gegenseitige Entfernung dieser Glastheilungen wurde dabei von 0,1 mM. zu etwa 2 mM. vergrössert.

In Folge dieser Maassregel kam der Apparat unbeschädigt auf dem Basisterrain an. Nachdem der Apparat vollständig in Ordnung gebracht und die tragbaren Hütten (2e Abth. S. 6) zum Schutze des Apparats und der Beobachter angefertigt worden waren, wurde, nach einer Probemessung, mit der eigentlichen Messung begonnen.

## BEOBACHTER UND HÜLFSPERSONAL.

Einige Tage vor dem Anfange der Messung war der Ingenieur C. Woldringh gezwungen, mit Urlaub nach Europa abzureisen, und so bestand das Personal während der Basismessung aus dem Ingenieur H. Th. Soeters, den Assistenten J. A. Oudemans und A. de Vletter, und den Civilbeamten Adam Bergmann und E. Zell.

Aus diesem Personal wurden zwei Gruppen gebildet in der Art, dass bei jeder Gruppe immer einer der ersten drei als Beobachter gegenwärtig war, der zugleich die Leitung der Arbeit auf sich nahm.

Das Hülfspersonal bestand aus 6 europäischen Beamten, 5 javanischen Mandurs (Aufsehern) und 25 javanischen Kulis. Jeder hatte bei dem periodisch wiederkehrenden Weiterbringen des Apparats und der Hütten seine besondere ihm speciell aufgetragene Arbeit.

Nachts wurde der Apparat von einem Mandur und einigen Kulis bewacht, und überdies so gut wie möglich gegen Unfälle geschützt.

Vom Ingenieur Soeters wurde für die Basismessung das Folgende angeordnet:

An jedem Tage sollten von zwei Gruppen 200 Meter gemessen werden, also von jeder Gruppe 100 Meter.

Nach jeden 600 Metern sollte eine Glaskugel fest eingemauert werden; sobald diese 600 Meter doppelt gemessen waren, sollte der Apparat gereinigt und in allen seinen Theilen untersucht werden. Während der Messung sollte der Augenblick jeder Ablesung und die Lufttemperatur in den Hütten in besonderen Schreibheften notirt werden.

Von jedem Beobachter sollte ein Tagebuch gehalten werden, in welchem alle sich auf die Messung beziehenden Einzelheiten notirt wurden.

Die Formulare für die Reduction der Dekameter, 2e Abth. S. 17, sollten jeden Tag eingefüllt werden.

Später wurde hieran noch hinzugefügt, dass während der Messung alle Umstände in ein besonderes Heft notirt und dass Verstellungen des Nullpunkt-Mikroskops in Folge der Aufhebung und Wegführens der hinteren langen Messtange, in den Messheften notirt werden sollten.

## MAASSREGELN ZUR SICHERUNG DER STABILITÄT DES APPARATS.

Wie bei den vorigen Basismessungen in West- und Mittel-Java wurden die Böcke, auf welchen die Messstangen ruhten, mit Ballast-Trögen beschwert, die Füsse dieser Böcke auf Bretter oder Blöcke gesetzt, und für die Beobachter Laufbretter gelegt, deren Stützpunkte so weit wie möglich von den Böcken entfernt waren.

Ungeachtet aller dieser Maassregeln war die Stabilität eine nicht immer genügende. Wurde nämlich die hintere lange Messstange zur weiteren Beförderung aufgehoben, so wurde öfters eine Verstellung von etlichen Mikrons des vorderen Mikroskops der vorgehenden kurzen Messstange beobachtet. Um diesen Verstellungen aber vorzubeugen, wurde der Weg in der Richtung der Basis geebnet und festgestampft.

## DIE AUSFÜHRUNG DER BASISMESSUNG.

Am 20 August 1877 wurde am Süd-West-Ende der Basis nahe bei Tangsil mit der Messung angefangen. Es wurden nur 155 Meter gemessen, der Weg war nämlich morastig und verschiedene zeitraubende Vorsorgsmaassregeln, z. B. das Stellen von Brettern und Blöcken unter den Füssen der Böcke, waren geboten.

Am 21 wurde dieser Abstand aufs Neue gemessen.

Am 22 und 23 wurden 205 Meter doppelt gemessen, am 24 und 25, 200 Meter.

Am 26 wurden 35 Meter gemessen und 5 Meter weiter ein Trachytblock mit Glaskugel in den Boden eingemauert.

Am 27 wurden diese 5 Meter, und die letzten 40 Meter zum zweiten Male gemessen.

Am 28 und 29 wurde der Apparat gereinigt und die Rectification untersucht.

Auf gleiche Weise wurde fortgearbeitet bis am 27 October das nord-östliche Ende bei Djoerangsapi erreicht wurde.

Am 12 September wurde zuerst bemerkt, dass beim Aufheben der hinteren 4-Meter-Messstange das vordere Mikroskop sich um einige Mikrons verstellte, dergestalt dass, wenn man auf diese Verstellung keine Rücksicht nahm, die Basis zu klein gemessen würde. Fortan wurde diese Verstellung, welche im Mittel für jede 5 Meter nur etwa 5 Mikron betrug, in den Beobachtungsheften notirt und bei der Reduction in Betracht gezogen.

Bei der Basismessung in West-Java, bei Simplak, an welcher ich selbst Theil genommen hatte, ist eine ähnliche Verstellung, vielleicht wegen des sehr festen Bodens, nicht aufgefallen. Auch bei der Basismessung in Mittel-Java, bei Logantong, ist darüber nichts notirt. Die Correction würde im Ganzen eine Correction von etwa + ein Milliontel, also in Logarithmen 4 Einheiten der siebenten Decimalstelle betragen. Allenfalls lässt sich aus dieser Erfahrung die Lehre ziehen, dass die Vorsorgsmaassregel, welche von den spanischen Geodäten bei der Basismessung bei Madridejos genommen wurde, indem dieselben die Böcke auf schwere steinerne Scheiben stellten — (im Bericht über diese Basismessung (Base Central de la Triangulacion geodésica d'España, p. 11) werden diese Steine "plataformas" genannt) — Nachahmung verdient. Auch wurde hier der Boden, für das letzte Viertel der Basis, eigens mit Korallen und Steinen festgestampft.

Die doppelte Messung der 5040 Meter langen Basis hat 69 Tage gedauert, wovon aber 8 Tage für das periodische Reinigen des Apparats und das Feststampfen des Weges abgezogen werden müssen, so dass 61 Tage ausschliesslich für die Messung übrigbleiben, was also für jeden Arbeitstag im Mittel eine gemessene Entfernung von 166 Meter giebt. Dieses günstige Ergebniss muss theilweise dem Umstande zugeschrieben werden, dass jeden Tag zwei Gruppen arbeiteten, so dass die Messung ununterbrochen vom Sonnen-Aufgang bis Sonnen-Untergang ihren Fortgang nahm, und theilweise, dass d r e i Erdplatten zum Absetzen, (1e Abth. S. 12 und Tafel 1, Fig. 10 und 11) benutzt werden konnten. Durch das Einmauern einer Glaskugel, wurde nur einmal innerhalb sechs Tagen ein Aufenthalt verursacht. Dasselbe hätte eigentlich ganz unterlassen werden können, da die letzten zwei Erdplatten immer hinreichende Sicherheit für das Behalten der gemessenen Strecke darboten. Im letzten Viertel (1250 Meter) der Basis ist denn auch keine Glaskugel mehr eingemauert worden.

Die Beobachtungen, wie auch die Methode, die Messstangen mittels der Bleilothe und auf die Mikroskope aufgesetzter Diopter, 1e Abth. Fig. 41, zu richten, war über die ganze Basismessung dieselbe wie die bei Simplak befolgte. Bei den letzten Dekametern wurde, was bei Simplak nicht vorgekommen ist, auf die Spitze des Absetzcylinders gerichtet, welcher schon vorläufig der an ihre Stelle gebrachten End-Glaskugel aufgesetzt war.

Die S. 14 der zweiten Abtheilung erwähnte Methode, beim Anfang der Messung das Mikroskop B der kurzen Messstange über die Glaskugel oder Absetzkugel zu bringen, wurde in sofern verbessert, als statt eines Korkes ein Messingrohr benutzt wurde, welches mittels Bajonettverschluss in das untere Mikroskoprohr passte, und aus dessen Boden centrisch der Faden eines Bleilothes abhing.

Während der Basismessung wurde, was früher nicht stattfand, jedesmal im Moment der Ablesungen die Temperatur unter den Hütten notirt. Bei der ersten Messung wurden jedesmal vor der Ablesung der vorderen kurzen und langen Messstange, die Stahl-Striche der letztgenannten auf die Ablesung 200 des überstehenden Mikroskops gebracht, während bei der zweiten Messung derselben Strecke, je nachdem die Temperatur höher oder niedriger, als bei der ersten Messung war, die Stahlstriche auf eine kleinere, resp. grössere Ablesung gebracht wurden. Hiermit wurde bezweckt, dass beim Ende der gemessenen Strecke das vordere Mikroskop der vorangehenden kurzen Messstange, nahezu gerade über den Mittelstrich der getheilten Glasplatte des Absetzcylinders gelangte. Es kam aber doch wohl vor, dass dem Absetzcylinder eine Neigung gegeben werden musste, um die getheilte Glasplatte ablesbar zu erhalten. Dies störte nicht, wenn diese Neigung nur mit der Libelle *d*, 1e Abth. Tafel 1, Fig. 7, abgelesen werden konnte; dann aber musste der äquivalente Werth eines Libellentheils in Mikrons bekannt sein.

Die ursprünglich von den Herren Repsold empfangene Libelle, 1e Abth. S. 12, war zerbrochen, und durch eine andere weniger empfindliche ersetzt worden. Der Werth eines Libellentheils musste für den Gebrauch der Libelle nicht in Sekunden, sondern in Mikrons bekannt sein, und hing offenbar davon ab, wie weit der innere Cylinder ausgezogen war.

Vom Ingenieur Soeters dazu beauftragt, machte Assistent J. A. Oudemans hierüber am 9 und 10 August 1877 die nachstehenden Bestimmungen:

| Anzahl der sichtbaren Zähne der Stange ($n$) | 1 Theil = | Zahl der Bestimmungen | Höhe des Cylinders | Abgeleiteter Werth eines Libellentheils | |
|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 7,98 $\mu$ | 4 | 817,7 | 2",011 | 2",087 |
| 45 | 8,64 $\mu$ | 5 | 860,5 | 2 ,075 | |
| 60 | 9,44 $\mu$ | 9 | 902,2 | 2, 175 | |

woraus die Formel abgeleitet wurde:

$$1 \text{ Theil der Libelle} = 8,68\mu + 0,0487\mu\,(n - 45)$$

Beim Gebrauch des Absetzcylinders wurde also immer die Zahl der sichtbaren Zähne notirt; dadurch war es nicht nöthig den Cylinder absolut senkrecht zu setzen, sondern es reichte hin eine kleine Neigung übrigzulassen, welche man, durch Ablesen der Libelle in zwei Ständen, zwar in Theilchen notirte, in Mikrons aber in Rechnung brachte.

## REDUCTION DER BASISMESSUNG.

Wie gesagt, wurden während der Basismessung täglich die Dekameter-Formulare eingefüllt, und vorläufig mittels der Indischen relativen Ausdehnungscoefficienten P, Q, R, S reducirt; hiedurch wurde die Gelegenheit geboten, die zweite Messung jedes Theiles der Basis sofort mit der ersten zu vergleichen. Die Gänge (Run) der Mikrometerschrauben der Mikroskope wurden dabei vernachlässigt, und auch zu Utrecht ergab eine beispielsweise für zehn Arbeitstage durchgeführte Probe, dass der Gang ohne Schaden ausser Acht gelassen werden kann.

Bei der Zusammenstellung der Tagesresultate in Utrecht, wurden einige kleinere Fehler, aber doch auch ein durchlaufender Reductionsfehler entdeckt; *, nach gehöriger Verbesserung ergaben sich die nachstehenden Resultate der Tagesmessungen:

* Dieser Fehler bestand darin, dass nicht darauf geachtet worden war, dass bei den kurzen Messstangen, (1e Abth. S. 11.) die Theilfläche des Zinkstabs an der einen Seite, welche dem Verbindungszapfen mit dem Stahlstabe näher war, nur 11, jene an der anderen Seite aber 21 Zehntel-Millimeter trug. Der Mittelstrich war also an der einen Seite Strich 5, an der anderen Seite Strich 10, und beim Ableiten des Uebermasses des Zinkstabs über den Stahlstab, ΔIII und ΔIV, wozu der rechte Coincidenzpunkt vom linken abgezogen wurde, mussten also 500μ abgezogen werden. Man sehe 1e Abth. S. 28 unten, wo, aus den Coincidenzpunkten Links 1217,42 und Rechts 504,73, für den Werth Z—S abgeleitet wurde 712,69 — 500 = 212,69. Das Abziehen dieser 500 μ war durchgängig versäumt worden. Auf die ganze Basis würde dies einen Unterschied von 252 mM. in den ΔIII und ΔIV, also, nach Multiplication mit R und S, von 315 mM. auf die wirkliche Länge gegeben haben. Bei der Reduction der Basismessung von Logantong war dieser Fehler nicht begangen worden.

## ERSTE MESSUNG.

| | | $I_1 + I_{II}$ | A bis D | Δ I | Δ IV | Δ II | Δ III |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Erster Theil | A | — 1949 | + 206 | 11177 | 2876 | 19221,5 | 1068 |
| | B | — 3991 | + 77,5 | 12411 | 3109 | 24808 | 999 |
| | C | — 11810 | + 189 | 13041 | 3322 | 24676 | 1257,5 |
| | D | — 1859 | — 171,5 | 1195,5 | 242 | 3461,5 | — 171 |
| | | — 19619 | + 301 | 37824,5 | 9549 | 72167 | 3153,5 |
| Zweiter Theil | E | — 19595 | + 1193 | 14029 | 3481,5 | 25162 | 1442 |
| | F | — 11004,5 | + 993 | 14038,5 | 3531,5 | 25153,5 | 1441 |
| | G | — 9694 | + 892 | 11106 | 2762 | 21565 | 408 |
| | | — 40293,5 | + 3078 | 39173,5 | 9775 | 71880,5 | 3291 |
| Dritter Theil. | H | — 14004,5 | + 158 | 16578 | 4023 | 27788 | 1995 |
| | I | — 2568 | + 89 | 11967 | 3076,5 | 25499 | 981,5 |
| | K | — 6175 | — 336 | 11172 | 2810 | 21910,5 | 464 |
| | | — 22747,5 | — 89 | 39717 | 9909,5 | 75197,5 | 3440,5 |
| Vierter Theil | L | — 13715 | — 272 | 12895 | 3205 | 24429 | 1355 |
| | M | — 5442 | — 238 | 11434 | 2610,5 | 22987 | 790 |
| | N | — 4618 | — 575 | 11663 | 2957,5 | 22344 | 815 |
| | | — 23775 | — 1085 | 35992 | 8773 | 69760 | 2960 |
| Fünfter Theil. | O | — 4503,5 | — 540 | 12111 | 2959,5 | 23526 | 966 |
| | P | — 4587 | — 744,5 | 15895 | 3937 | 26938 | 1992 |
| | Q | — 5268 | — 641 | 11228,5 | 2666 | 21850,5 | 531 |
| | | — 14358,5 | — 1925,5 | 39234,5 | 9562,5 | 72314,5 | 3489 |
| Sechster Theil | R | — 3279 | — 1772 | 15846 | 5873,5 | 27130 | 1948,5 |
| | S | — 6793 | — 1630 | 16629 | 4143 | 27011 | 1827,5 |
| | T | — 9502,5 | — 1586 | 12246 | 3155 | 24974 | 1071,5 |
| | U | — 7634 | — 1653,5 | 12777 | 3363 | 23830 | 1073 |
| | | — 27208,5 | — 6641,5 | 57498 | 14534,5 | 102945 | 5920,5 |
| Siebenter Theil | V | — 11522,5 | — 975 | 15641,5 | 3965,5 | 27295 | 1880 |
| | W | — 10516 | — 1096 | 16646 | 4044,5 | 29059 | 1927 |
| | X | — 9603 | — 1131 | 17947,5 | 4478 | 30266,5 | 2379 |
| | Y | — 9011 | — 1153,5 | 15166,5 | 3748 | 27340 | 1620,5 |
| | Z | — 5768,5 | — 2058 | 16480,5 | 4106 | 28107 | 2121,5 |
| | AA | — 5178 | — 1395 | 16280 | 3994 | 27217 | 1775,5 |
| | | — 51599 | — 7808,5 | 98162 | 24336 | 169262,5 | 11703,5 |

| | $I_1 + I_{II}$ | A bis D | Δ I | Δ IV | Δ II | Δ III |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1er Theil | — 19619 | + 301 | 37824,5 | 9549 | 72167 | 3153,5 |
| 2er « | — 40293,5 | + 3078 | 39173,5 | 9775 | 71880,5 | 3291 |
| 3er « | — 22747,5 | — 89 | 39717 | 9909,5 | 75197,5 | 3440,5 |
| 4er « | — 23775 | — 1085 | 35992 | 8773 | 69760 | 2960 |
| 5er « | — 14358,5 | — 1925,5 | 39234,5 | 9562,5 | 72314,5 | 3489 |
| 6er « | — 27208,5 | — 6641,5 | 57498 | 14534,5 | 102945 | 5920,5 |
| 7er « | — 51599 | — 7808,5 | 98162 | 24336 | 169262,5 | 11703,5 |
| Summa | — 199599 | — 14168,5 | 347601,5 | 86439,5 | 633528 | 33958 |

## ZWEITE MESSUNG.

| | | $I_{\prime} + I_{\prime\prime}$ | A bis D | Δ I | Δ IV | Δ II | Δ III |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Erster Theil | A | — 2121 | + 2485 | 9866 | 2562 | 17677 | 769 |
| | B | — 4265 | — 1055,5 | 12927 | 5558 | 25460,5 | 1215 |
| | C | — 11548 | + 5155 | 10692 | 2828 | 22408,5 | 777 |
| | D | — 2045 | — 1711,5 | 2512 | 642 | 4696 | 259,5 |
| | | — 19977 | + 2889 | 55797 | 9570 | 70242 | 2998,5 |
| Zweiter Theil | E | — 17676,5 | — 72 | 15400 | 5288,5 | 24790 | 1098 |
| | F | — 10958,5 | + 756 | 14148,5 | 5445 | 25568 | 1546 |
| | G | — 9551 | — 8149 | 16515 | 4254 | 27568 | 2228,5 |
| | | — 57966 | — 7485 | 45861,5 | 10985,5 | 77526 | 4672,5 |
| Dritter Theil | H | — 15521 | + 5078 | 14481 | 5647,5 | 25822 | 1555,5 |
| | I | — 2646 | — 1579,5 | 15146 | 5278 | 24490 | 1114 |
| | K | — 6157,5 | — 4757 | 15641 | 5562 | 25025 | 1564 |
| | | — 24524,5 | — 1058,5 | 41268 | 10487,5 | 75557 | 4215 |
| Viertel Theil | L | — 15502 | + 718,5 | 12172,5 | 2874,5 | 25747,5 | 950,5 |
| | M. | — 5002,5 | — 5567,5 | 15646 | 5127,5 | 25088,5 | 1166 |
| | N | — 5921 | — 5456,5 | 14265 | 5519 | 25590,5 | 1652 |
| | | — 22425,5 | — 8105,5 | 40085,5 | 9521 | 74426,5 | 5748,5 |
| Fünfter Theil | O | — 4400,5 | — 1555 | 12528 | 5127 | 25742 | 1142,5 |
| | P | — 4422 | + 601 | 14787 | 5152 | 26592 | 1791,5 |
| | Q | — 5272 | — 8570,5 | 15918 | 5808,5 | 27059 | 2045 |
| | | — 14094,5 | — 9502,5 | 45055 | 10067,5 | 77195 | 4977 |
| Sechster Theil | R | — 5728 | + 105 | 14526 | 5858 | 26205 | 1759,5 |
| | S | — 6879 | + 1024 | 14755 | 5751 | 25155 | 1407 |
| | T | — 8618 | — 4784 | 15720 | 5475 | 26511,5 | 1578,5 |
| | U | — 7740 | — 8598,5 | 16898 | 4555 | 28650 | 2527 |
| | | — 26965 | — 12055,5 | 59879 | 15595 | 106497,5 | 6872 |
| Siebenter Theil | V | — 11612 | — 2490 | 16698 | 4185 | 27991 | 2127 |
| | W | — 9572 | — 758,5 | 15575 | 5959,5 | 27859,5 | 1821 |
| | X | — 10647 | + 979,5 | 17509 | 4275,5 | 29451 | 2152,5 |
| | Y | — 8891 | — 2981 | 16519 | 4045 | 28529,5 | 1891,5 |
| | Z | — 5960 | — 258 | 15871 | 5751 | 27504,5 | 1689 |
| | AA | — 4971 | — 7045 | 19285,5 | 4821 | 50817 | 2782,5 |
| | | — 51655 | — 12555 | 101257,5 | 24995 | 172152,5 | 12465,5 |
| 1er Theil | | 19977 | + 2889 | 55797 | 9570 | 70242 | 2998,5 |
| 2er " | | 57966 | — 7485 | 45861,5 | 10985,5 | 77526 | 4672,5 |
| 3er " | | 24524,5 | — 1058,5 | 41268 | 10487,5 | 75557 | 4215 |
| 4er " | | 22425,5 | — 8105,5 | 40085,5 | 9521 | 74426,5 | 5748,5 |
| 5er " | | 14094,5 | — 9502,5 | 45055 | 10067,5 | 77195 | 4977 |
| 6er " | | — 26965 | — 12055,5 | 59879 | 15595 | 106497,5 | 6872 |
| 7er " | | — 51655 | — 12555 | 101257,5 | 24995 | 172152,5 | 12465,5 |
| Summa | | — 197405,5 | — 47651 | 565179,5 | 90819,5 | 655554,5 | 59945 |

Da es für die Bestimmung der mittleren Temperatur während der Basismessung nicht auf die äusserste Genauigkeit ankommt, (es handelt sich ja nur darum, plausibele Werthe für die Coefficienten P, Q, R und S anzunehmen,) wurden nur einige Tage bei nahezu gleichen Intervallen herausgewählt, welche die folgenden Zahlen gegeben haben:

## BESTIMMUNG DER MITTLEREN TEMPERATUR WÄHREND DER BASISMESSUNG.

| Theil. | 1e Messung. | | 2e Messung. | |
|---|---|---|---|---|
| | Datum. | Mittlere Temperatur. | Datum. | Mittlere Temperatur. |
| 360—560 M. | 24 Aug. | 27°,28 | 25 Aug. | 26°,96 |
| 800—1000 « | 1 Sept. | 29 ,57 | 2 Sept. | 29 ,42 |
| 1400—1600 « | 10 « | 29 ,03 | 11 « | 29 ,30 |
| 2000—2200 « | 17 « | 27 ,09 | 18 « | 27 ,64 |
| 2600—2800 « | 24 « | 30 ,40 | 25 « | 30 ,35 |
| 3200—3405 « | 4 Oct. | 30 ,58 | 5 Oct. | 30 ,09 |
| 3810—4010 « | 16 « | 30 ,72 | 17 « | 31 ,26 |
| 4430—4640 « | 22 « | 29 ,11 | 23 « | 30 ,01 |
| | Im Mittel | 29 ,22 | | 29 ,38 |

Mittel für beide Messungen: 29°,30.

Wir haben also nach S. 16 angenommen:

$$T = 0{,}3829,$$

und nach S. 8: . . . . . . . . . . . . . . . . . .

$$P = 0{,}3858,$$
$$Q = 0{,}6179,$$
$$R = 0{,}6010,$$
$$S = 0{,}6489$$

Multiplicirt man mit diesen Coefficienten die $\Delta$ I, $\Delta$ II, $\Delta$ III und $\Delta$ IV der obenstehenden Tabelle, und berücksichtigt man die Intervalle A bis D, so wie die Reduction für Neigung $I_1$ und $I_{II}$, so findet man für jede, einem Arbeitstage entsprechende Unterabtheilung die Anzahl Millimeter, welche einer vollen Zahl der Längen der Messstangen hinzugefügt werden muss.

## ERSTER THEIL.

| Theil. | Länge in Metern. | Erste Messung. Millimeter. | Zweite Messung. Millimeter. | Unterschied, 1e — 2e Messung. |
|---|---|---|---|---|
| A | 155 | 19,191 | 19,189 | + 0,002 |
| B | 205 | 21,303 | 20,901 | + 0,402 |
| C | 200 | 14,167 | 14,017 | + 0,150 |
| D | 40 | 0,863 | 1,060 | — 0,197 |
| | 600 | 55,524 | 55,167 | + 0,357 |

## ZWEITER THEIL.

| Theil. | Länge in Metern. | Erste Messung. Millimeter. | Zweite Messung. Millimeter. | Unterschied, 1e — 2e Messung. |
|---|---|---|---|---|
| E | 200 | 8,490 | 8,212 | + 0,278 |
| F | 200 | 16,912 | 16,773 | + 0,139 |
| G | 200 | 13,066 | 13,086 | — 0,020 |
| | 600 | 38,468 | 38,071 | + 0,397 |

## DRITTER THEIL.

| Theil. | Länge in Metern. | Erste Messung. Millimeter. | Zweite Messung. Millimeter. | Unterschied, 1e — 2e Messung. |
|---|---|---|---|---|
| H | 200 | 16,844 | 17,285 | — 0,441 |
| I | 200 | 21,637 | 21,604 | + 0,033 |
| K | 200 | 15,674 | 15,810 | — 0,136 |
| | 600 | 54,155 | 54,699 | — 0,544 |

## VIERTER THEIL.

| Theil. | Länge in Metern. | Erste Messung. Millimeter. | Zweite Messung. Millimeter. | Unterschied, 1e — 2e Messung. |
|---|---|---|---|---|
| L | 200 | 11,558 | 11,457 | + 0,101 |
| M | 200 | 17,390 | 17,856 | — 0,466 |
| N | 200 | 17,856 | 18,055 | — 0,199 |
| | 600 | 46,804 | 47,368 | — 0,564 |

## FÜNFTER THEIL.

| Theil. | Länge in Metern. | Erste Messung. Millimeter. | Zweite Messung. Millimeter. | Unterschied, 1e — 2e Messung. |
|---|---|---|---|---|
| O | 200 | 19,089 | 18,874 | + 0,215 |
| P | 200 | 24,376 | 24,258 | + 0,118 |
| Q | 200 | 16,219 | 15,901 | + 0,318 |
| | 600 | 59,684 | 59,033 | + 0,651 |

## SECHSTER THEIL.

| Theil. | Länge in Metern. | Erste Messung. Millimeter. | Zweite Messung. Millimeter. | Unterschied, 1° — 2° Messung. |
|---|---|---|---|---|
| R | 200 | 24,680 | 24,636 | + 0,044 |
| S | 205 | 21,775 | 21,585 | + 0,190 |
| T | 205 | 14,208 | 14,099 | + 0,109 |
| U | 200 | 15,768 | 15,661 | + 0,107 |
| | 810 | 76,431 | 75,981 | + 0,450 |

## SIEBENTER THEIL.

| Theil. | Länge in Metern. | Erste Messung. Millimeter. | Zweite Messung. Millimeter. | Unterschied, 1° — 2° Messung. |
|---|---|---|---|---|
| V | 200 | 17,234 | 16,968 | + 0,266 |
| W | 210 | 19,865 | 19,658 | + 0,207 |
| X | 210 | 22,797 | 22,841 | — 0,044 |
| Y | 210 | 19,037 | 19,077 | — 0,040 |
| Z | 200 | 25,134 | 25,510 | — 0,376 |
| AA | 200 | 25,440 | 25,124 | + 0,316 |
| | 1230 | 125,507 | 125,178 | + 0,329 |

Der ganze Unterschied zwischen den beiden Messungen beträgt also für 5040 Meter nur 1,076 Millimeter, was $\frac{1}{4\,700\,000}$ der ganzen Länge entspricht. Bei der Reduction der Basis von Simplak wurde gefunden $\frac{1}{1\,260\,000}$, 2<sup>te</sup> Abth., S. 21, bei jener von Logantong $\frac{1}{4\,500\,000}$, (oben S. 68.)

Die Unterschiede in der letzten Reihe setzen uns in den Stand, den mittleren Fehler der einzelnen Abtheilungen wie auch der ganzen Basis zu ermitteln. Indem wieder auf die bekannte Art alle Unterschiede auf 200 Meter reducirt werden, finden wir den mittleren Fehler:

| | | |
|---|---|---|
| eines Unterschiedes zweier Messungen von 200 Meter | $= \pm$ 0,243 | mM., |
| jeder Messung von 200 Meter | $= \pm$ 0,172 | « |
| des ar. Mittels zweier Messungen von 200 Meter | $= \pm$ 0,121 | « |
| des ersten, zweiten, . . . . fünften Theils: $\pm 0{,}121 \sqrt{3}$ | $= \pm$ 0,210 | « |
| des sechsten Theils: $\pm 0{,}121 \sqrt{4{,}05}$ | $= \pm$ 0,244 | « |
| des siebenten Theils: $\pm 0{,}121 \sqrt{6{,}15}$ | $= \pm$ 0,301 | « |
| der ganzen Basis $\pm 0{,}121 \sqrt{25{,}2}$ | $= \pm$ 0,609 | « |
| und der wahrsch. Fehler $= \pm 0{,}6745 \times 0{,}609$ | $= \pm$ 0,411 | « |

d. h. $\frac{1}{12\,265\,000}$ der Basis, nur etwas grösser als bei der Basis-Messung von Logantong gefunden ist.

Ich habe mir die Frage gestellt, in wie weit dieser mittlere Fehler der Unsicherheit der Reduction für Neigung der langen Messstangen zuzuschreiben ist. Offenbar kann für diese Untersuchung die

bereits berechnete Correction für Neigung dienen. Diese ist nämlich für jede lange Messstange, wenn dieselbe eine Länge von N Millimeter hat:

$$\text{Corr.} = -N\,(1 - \cos I),$$

also, durch Differentiation in Bezug auf I, und indem wir immer das Millimeter als Einheit annehmen:

$$d.\ \text{Corr.} = -N \sin I \sin 1''.\ d\,I.$$

Wie in der 1e Abth. S. 10 gesagt ist, giebt der Nonius des Gradbogens, mit welchem die Neigung abgelesen wird, 20'' directe Ablesung, und war der Werth eines Theils des Niveaus angeblich = 30''. Factisch war dies überall etwa 28''. Der Gradbogen wurde von den beiden Beobachtern abgelesen, nachdem das Niveau so genau wie möglich eingestellt war. Beide schrieben ihre Ablesung unabhängig auf, und für die Berechnung der Correction wurde das ar. Mittel der beiden Ablesungen genommen.

Nennt man nun den mittleren Fehler eines solchen ar. Mittels $m_i$, den m. F. einer Corr. $m_c$, so ist das Quadrat des m. Fehlers der ganzen Basis, wegen der Untersicherheit der Neigungen:

$$m_b^2 = [m_c^2] = N^2 \sin^2 1''.\ m_i^2\,[\sin^2 I] \dots \dots \dots \dots (1)$$

wo die Klammern eine Summirung bedeuten. Es ist aber die Summe aller Correctionen für Neigung

$$l_i + l_{ii} = -2N\,[\sin^2 \tfrac{1}{2} I]$$

wofür wir hier offenbar schreiben können:

$$l_i + l_{ii} = -\tfrac{1}{2} N\,[\sin^2 I] \dots \dots \dots \dots (2)$$

Die Gleichungen (1) und (2) geben

$$m_b^2 = -2\,N.\ \sin^2 1''.\ (l_i + l_{ii})\,m_i^2,$$

also, indem hier N = 4000 ist, bei uns:

$$m_b = \pm\, 89{,}443 \sin 1''.\ m_i \sqrt{-(l_i + l_{ii})}$$

$$= \pm\, 0{,}000\,4336\ m_i \sqrt{-(l_i + l_{ii})}$$

Diese Formel gilt für jede mit 4 Meter langen Messstangen ausgeführte Basismessung. Wir haben gefunden: für die Basismessung bei Simplak, 1e Abth. S. 20 und 28, $l_i + l_{ii} =$ − 492 mM.
für die Basismessung bei Logantong (S. 66) . . . . . . . . . . . . − 105 „
„ „ „ „ Tangsil . . . . . . . . . . . . . . . . . . − 198,5 „

und somit finden wir den mittleren Fehler jeder einzelnen Messung, wegen der Ablesung der Neigung, in Millimetern:

der Basis bei Simplak . . . . . . . . . . . . ± 0,0096 $m_i$,
„ „ „ Logantong. . . . . . . . . . . ± 0,0044 $m_i$,
„ „ „ Tangsil . . . . . . . . . . . . ± 0,0061 $m_i$.

Für das Mittel aus zwei Messungen derselben Basis müssen diese Ausdrücke natürlich noch mit $\frac{1}{2}\sqrt{2} = 0{,}7071$ multiplicirt werden. Nach einer absichtlich angestellten Untersuchung muss $m_i$, (der mittlere Fehler der Nullpunktbestimmung darunter begriffen,) etwa = ± 5'' gesetzt werden, und so

sieht man dass die aus dieser Quelle herrührende Unsicherheit bei jeder der drei Basismessungen bei Weitem noch kein Zehntelmillimeter beträgt.

---

## VERGLEICHUNG DER MESSSTANGEN MIT DEM NORMALMETER VOR UND NACH DER BASISMESSUNG, UND BESTIMMUNG DER LÄNGEN DER STANGEN WÄHREND DER MESSUNG.

Es sind oben, S. 68—74, bereits die Resultate der Vergleichung der Messstangen mit dem Normalmeter nach der Basismessung in Mittel-Java mitgetheilt worden. Dieselben müssen selbstverständlich auch für die Basismessung in Ost-Java gelten. Die beschädigte Glastheilung $II_c$ wurde aber nach jenen Vergleichungen mit einer neuen vertauscht, und die Vergleichung von $II_4$ mit dem Normalmeter nochmals ausgeführt.

## RESULTATE DER VERGLEICHUNG DES LETZTEN VIERTELS DER MESSSTANGE II, $II_4$ MIT DEM NORMALMETER, FÜR ALLE CORRECTIONEN VERBESSERT.

Fenster und Kasten geschlossen. Beleuchtung durch Lampen.

Beobachter: Ingenieur Woldringh, Assistent de Vletter und Adjutant-Unterofficier Bergmann.

Die Einheit, wie früher, = 1 Mikron.

| Beobachter. | 1876. | Temperatur Celsius | | $II_4$ — N. | Z—S Messstange. | Z—S Normalmeter. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | im Zimmer. | im Kasten. | | | |
| Bergmann | 30 Mai | | | | | |
| " | 19h 11m | 26°,81 | 26°,82 | + 47,02 | 556,75 | 177,00 |
| " | 20 8 | 27 ,18 | 26 ,87 | 50,50 | 554,72 | 178,65 |
| " | 21 8 | 27 ,58 | 27 ,07 | 46,55 | 556,51 | 177,59 |
| " | 22 9 | 27 ,97 | 27 ,25 | 44,95 | 557,52 | 177,47 |
| " | 23 8 | 28 ,47 | 27 ,58 | 45,41 | 559,94 | 178,08 |
| | 31 Mai. | | | | | |
| " | 0 9 | 28 ,77 | 27 ,45 | 47,51 | 565,89 | 185,00 |
| " | 1 7 | 29 ,15 | 27 ,85 | 47,16 | 566,51 | 185,82 |
| " | 2 9 | 29 ,20 | 27 ,86 | 46,86 | 574,61 | 192,61 |
| Woldringh. | 3 10 | 29 ,40 | 28 ,06 | 48,21 | 580,55 | 200,16 |
| " | 4 7 | 29 ,50 | 28 ,29 | 47,85 | 584,80 | 205,88 |
| " | 5 6 | 29 ,40 | 28 ,49 | 48,17 | 586,59 | 207,75 |
| " | 5 55 | 29 ,55 | 28 ,52 | 49,89 | 589,40 | 210,52 |
| " | 7 6 | 28 ,95 | 28 ,59 | 48,15 | 595,05 | 212,27 |
| " | 8 8 | 28 ,77 | 28 ,59 | 48,44 | 592,97 | 215,49 |

| Beobachter. | 1876. | Temperatur Celsius im Zimmer. | Temperatur Celsius im Kasten. | $II_4 - N.$ | Z — S Messstange. | Z — S Normal-meter. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| De Vletter. | $9^a$ $12^m$ | 28°,77 | 28°,64 | + 48,49 | 592,15 | 212,94 |
| « | 10 8 | 28 ,72 | 28 ,57 | 47,85 | 592,45 | 215,90 |
| « | 11 9 | 28 ,52 | 28 ,47 | 48,25 | 590,60 | 215,91 |
| « | 12 8 | 28 ,22 | 28 ,54 | 47,45 | 590,14 | 211,42 |
| « | 15 9 | 27 ,92 | 28 ,26 | 48,04 | 588,05 | 210,98 |
| « | 14 12 | 27 ,87 | 28 ,08 | 47,22 | 588,07 | 210,55 |
| « | 15 10 | 27 ,78 | 27 ,98 | 45,92 | 586,84 | 208,50 |
| « | 16 8 | 27 ,65 | 27 ,85 | 45,52 | 585,68 | 206,87 |
| « | 17 8 | 27 ,45 | 27 ,71 | 45,46 | 582,59 | 204,95 |
| « | 18 2 | 27 ,58 | 27 ,65 | 44,58 | 580,24 | 202,24 |
| | | 28 ,56 | 27 ,94 | + 47,29 | 578,85 | 199,75 |

Wir haben also für die Messstange II:

| | Temperatur Celsius im Zimmer. | Temperatur Celsius im Kasten. | Stange-Normal. | Z — S Messstange. | Z — S Normalmeter. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $II_1$ | 28°,98 | 28°,65 | + 189,11 | 209,56 | 212,51 | (S. oben S. 70) |
| $II_2$ | 28 ,41 | 28 ,45 | 255,09 | 605,44 | 207,15 | (« « « 71) |
| $II_3$ | 28 ,09 | 28 ,26 | − 54,81 | 75,52 | 207,56 | (« « « «) |
| Correction, 1ᵉ Abth. S. 85 | | | + 6,10 | | | |
| $II_4$ | 28 ,56 | 27 ,94 | + 47,29 | 578,85 | 199,75 | |
| | 28°,46 | 28°,52 | 67,40 | 1465,55 | 826,75 | |

das heisst: bei 28°,52 ist gefunden:

$$II_0 = 4\,N_0 \quad 67,40 \quad 1465,55\,Q + 826,75\,T.$$

Nach der Basismessung wurde der Apparat zwar nach Batavia hinübergeführt, es dauerte aber eine geraume Zeit bevor die Schlussvergleichung der Messstangen mit dem Normalmeter wiederholt wurde. Krankheit zwang nämlich nach und nach die Ingenieure und Assistenten sich mit Urlaub von den Arbeiten zurückzuziehen. Ingenieur Soeters, der schon im Jahre 1874, als er mich, behufs der Beobachtung des Venus-Durchganges, nach Réunion begleitete, die ersten Symptome eines Leberleidens empfand, hatte noch im Jahre 1878 auf allen Dreieckspunkten des Basisnetzes nicht nur die horizontalen Messungen, (s. den folgenden Abschnitt) vollendet, sondern auch zuvor eine vollständige Bestimmung der Höhen-Unterschiede dieser Punkte, auch mittels gleichzeitiger und gegenseitiger Zenithdistanzen, dirigirt, starb aber schon am 10 April 1879 zu Plantoengan, einer Heilanstalt in der Residentschaft Samarang. Inge-

nieur Woldringh war, grade vor der Basismessung bei Tangsil, genöthigt, bei der Regierung um zwei Jahre Urlaub nach Europa einzukommen und kehrte im Juli 1879, sobald er die Nachricht des Todes seines Collegen erhielt, nach Java zurück.

Es scheint dass erst andere Arbeiten, wahrscheinlich Reductionen der Terrainbeobachtungen ihn in Batavia zurückhielten, bald aber traf auch ihn das Unglück von einer Lungenentzündung ergriffen zu werden, so dass er, ein Jahr nach seiner Rückkehr nach Indien, im Sept. 1880, gezwungen war ein zweites Mal auf Urlaub nach Europa zu gehen; Anfang November desselben Jahres erlag er seinem Leiden zu Mentone.

Assistent J. L. Baron van Isselmuden war bereits im Jahre 1878 gestorben, Assistent de Vletter war im April 1880 genöthigt gewesen um Urlaub einzukommen, Assistent J. A. Oudemans desgleichen im Mai 1881, und so kam die Regierung zu dem Beschluss, den Geographischen Dienst, als Abtheilung des Marine-Departements aufzuheben, die Breiten- und Azimuth-Bestimmungen, welche noch behufs der sogenannten Gradmessung auf dem Programm standen, unerledigt zu lassen, und die Fortsetzung der Triangulation auf den «Buitenbezittingen", d. h. auf den Inseln ausserhalb Java, einer besonderen Abtheilung des Generalstabes zu übertragen. Der damalige Hauptmann H. Helb, der zum Chef dieser Abtheilung bestimmt worden war, unternahm im Jahre 1881 zur Vervollständigung der Arbeiten für die Triangulation von Java, die Vergleichung der Messstangen, welche noch nicht nach der Basismessung bei Tangsil ausgeführt waren, und reducirte die Messungen nach dem Muster der vorigen Vergleichungen, d. h. nach den in der 1 Abth. S. 51 gegebenen Vorschriften. Die vom demselben erhaltenen Resultate sind in der folgenden Tabelle niedergelegt:

## NACH DER BASISMESSUNG

## RESULTATE DER VERGLEICHUNG DER MESSSTANGE I MIT

Beobachter: Hauptmann

| I₁ | | | | | | I₂ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zeit im Mittel 1881. | Temperatur Celsius. | | $I_1$—N. | Z—S Messstange. | Z—S Normalmeter. | Zeit im Mittel 1881. | Temperatur Celsius. | | $I_2$—N. | Z—S Messstange. | Z—S Normalmeter |
| | Im Zimmer. | Im Kasten. | | | | | Im Zimmer. | Im Kasten. | | | |
| 27 Oct. | | | | | | 28 Oct. | | | | | |
| 23ʰ 8ᵐ | 29°,78 | 28°,63 | — 67,30 | 207,56 | 202,57 | 23ʰ 8ᵐ | 29°,25 | 28°,33 | — 69,33 | 247,49 | 208,20 |
| 28 Oct. | | | | | | 29 Oct. | | | | | |
| 5 9 | 30 ,07 | 29 ,37 | — 67,88 | 223,69 | 217,16 | 5 8 | 29 ,83 | 29 ,17 | — 68,25 | 263,23 | 219,90 |
| 11 9 | 29 ,54 | 29 ,27 | — 66,86 | 225,70 | 219,85 | 11 8 | 28 ,96 | 28 ,88 | — 67,82 | 266,21 | 222,01 |
| 18 19 | 28 ,76 | 28 ,58 | — 68,20 | 218,30 | 211,74 | 18 21 | 28 ,81 | 28 ,28 | — 67,91 | 255,77 | 211,66 |
| 31 Oct. | | | | | | 1 Nov. | | | | | |
| 23ʰ 10ᵐ | 29 ,54 | 28 ,43 | — 65,57 | 206,37 | 198,53 | 23ʰ 9ᵐ | 29 ,35 | 28 ,58 | — 60,84 | 249,42 | 208,98 |
| 1 Nov. | | | | | | 2 Nov. | | | | | |
| 5 8 | 30 ,02 | 29 ,27 | — 64,25 | 223,13 | 212,27 | 5 8 | 29 ,78 | 29 ,37 | — 60,16 | 265,06 | 220,36 |
| 11 7 | 29 ,10 | 29 ,07 | — 60,71 | 226,00 | 216,08 | 11 4 | 29 ,54 | 29 ,17 | — 60,08 | 267,09 | 222,85 |
| 18 24 | 28 ,76 | 28 ,48 | — 63,18 | 215.93 | 206,49 | 18 23 | 28 ,91 | 28 ,68 | — 59,02 | 260,32 | 216,81 |
| 1e Reihe | 29°,54 | 28°,95 | — 67,56 | 218,81 | 212,83 | | 29°,21 | 28°,67 | — 68,33 | 258,18 | 215,11 |
| 2e Reihe | 29 ,36 | 28 ,81 | — 63,43 | 217,86 | 208,34 | | 29 ,40 | 28 ,95 | — 60,03 | 260,47 | 217,25 |

## RESULTATE DER VERGLEICHUNG DER MESSSTANGE II MIT

Beobachter: Hauptmann

| II₁ | | | | | | II₂ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zeit im Mittel 1881 | Temperatur Celsius. | | $II_1$—N. | Z—S Messstange. | Z—S Normalmeter. | Zeit im Mittel 1881 | Temperatur Celsius. | | $II_2$— N | Z—S Messstange. | Z—S Normalmeter |
| | Im Zimmer. | Im Kasten. | | | | | Im Zimmer. | Im Kasten. | | | |
| 14 Oct. | | | | | | 14 Oct. | | | | | |
| 0ʰ 0ᵐ | 31°,30 | 30°,46 | + 191,40 | 225,18 | 221,06 | 23ʰ 13ᵐ | 30°,41 | 29°,17 | — 251,54 | 600,19 | 217,21 |
| 5 15 | 30 ,91 | 30 ,36 | + 192,48 | 241,34 | 233,17 | 15 Oct. | | | | | |
| 10 58 | 30 ,55 | 29 ,94 | + 192,62 | 239,84 | 232,86 | 5 10 | 30 ,85 | 29 ,89 | — 249,57 | 614,98 | 228,71 |
| 18 10 | 29 ,96 | 29 ,43 | + 190,75 | 229,77 | 222,85 | 11 4 | 30 ,11 | 29 ,62 | — 248,91 | 614,91 | 228,77 |
| | | | | | | 18 20 | 29 ,64 | 29 ,03 | — 249,99 | 603,28 | 216,30 |
| 17 Oct. | | | | | | 18 Oct. | | | | | |
| 23ʰ 10ᵐ | 29 ,78 | 28 ,92 | + 186,56 | 220,01 | 211,50 | 23ʰ 8ᵐ | 29 ,35 | 28 ,48 | — 253,03 | 590,88 | 210,98 |
| 18 Oct. | | | | | | 19 Oct. | | | | | |
| 5 10 | 30 ,36 | 29 ,42 | + 187,52 | 228,44 | 219,68 | 5 9 | 30 ,07 | 29 ,32 | — 252,02 | 604 54 | 223,15 |
| 11 3 | 29 ,54 | 29 ,27 | + 185,19 | 232,70 | 220,09 | 11 7 | 29 ,45 | 29 ,12 | — 251,81 | 605,74 | 225,01 |
| 18 25 | 20 ,54 | 28 ,77 | + 187,31 | 224,44 | 212,97 | 18 20 | 29 ,20 | 28 ,73 | — 252,55 | 600,11 | 218,13 |
| 1e Reihe | 30°,68 | 30°,05 | + 191,81 | 234,78 | 227,40 | | 30°,25 | 29°,43 | — 250,00 | 608,34 | 222,76 |
| 1e Reihe | 29 ,81 | 29 ,10 | + 186,65 | 226,10 | 216,06 | | 29 ,52 | 28 ,94 | — 252,35 | 600,32 | 219,32 |

### Summa für die ganze Messstange I.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1e Reihe | 29°,33 | 28°,82 | 4 N — 252,16 | 902,88 | 854,71 |
| 2e Reihe | 29 ,79 | 29 ,12 | — 237,17 | 923,51 | 870,54 |
| Mittel aus 2 Reihen | 29°,50 | 28°,97 | 4 N — 244,67 | 913,20 | 862,63 |

BEI TANGSIL.

DEM NORMALMETER, FÜR ALLE CORRECTIONEN VERBESSERT.

II. Helb.

| $I_3$ | | | | | | $I_4$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zeit im Mittel, 1881. | Temperatur Celsius. Im Zimmer | Temperatur Celsius. Im Kasten. | $I_3-N$ | Z—S Messstange | Z—S Normalmeter. | Zeit im Mittel, 1881. | Temperatur Celsius. Im Zimmer. | Temperatur Celsius. Im Kasten. | $I_4-N$ | Z—S Messstange. | Z—S Normalmeter. |
| 29 Oct. | | | | | | 30 Oct | | | | | |
| $23^h$ $8^m$ | 29°,54 | 28°,53 | — 201,85 | 200,75 | 204,75 | $23^h$ $9^m$ | 29°,64 | 28 ,48 | + 84,23 | 203,09 | 203,82 |
| 30 Oct. | | | | | | 31 Oct. | | | | | |
| 5 8 | 29 ,83 | 29 ,37 | — 200,80 | 218,57 | 219,07 | 5 16 | 29 ,73 | 29 ,27 | + 84,14 | 218,71 | 216,78 |
| 11 8 | 29 ,10 | 29 ,12 | — 200,30 | 220,54 | 220,09 | 11 8 | 29 ,15 | 29 ,02 | + 83,67 | 222,41 | 220,12 |
| 18 17 | 28 ,52 | 28 ,38 | — 200,15 | 209,02 | 209,74 | 18 21 | 28 ,91 | 28 ,48 | + 86,29 | 210,47 | 211,39 |
| 2 Nov. | | | | | | 3 Nov | | | | | |
| $23^h$ $7^m$ | 29 ,73 | 28 ,73 | 198,83 | 204,23 | 207,33 | $23^h$ $8^m$ | 30 ,10 | 29 ,27 | + 85,41 | 217 38 | 220,73 |
| 3 Nov | | | | | | 4 Nov | | | | | |
| 5 7 | 30 ,55 | 29 ,57 | — 198,86 | 219,85 | 218,57 | 5 8 | 31 ,25 | 29 ,97 | + 85,48 | 235,23 | 232,58 |
| 11 7 | 30 ,55 | 29 ,57 | — 198,73 | 223,84 | 224,00 | 11 7 | 29 ,78 | 29 ,62 | + 84,89 | 236,40 | 234,45 |
| 18 23 | 29 ,54 | 29 ,02 | — 199,54 | 218,64 | 217,71 | 18 23 | 29 ,73 | 29 ,17 | + 85,33 | 225,16 | 224,42 |
| | 29°,25 | 28°,85 | — 200,85 | 212,22 | 213,43 | | 29°,36 | 28°,84 | + 84,58 | 213,67 | 213,03 |
| | 30 ,09 | 29 ,22 | — 198,99 | 216,64 | 216,90 | | 30 ,31 | 29 ,54 | + 85,28 | 228,54 | 228,05 |

DEM NORMALMETER, FÜR ALLE CORRECTIONEN VERBESSERT.

II. Helb.

| $II_3$ | | | | | | $II_4$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zeit im Mittel, 1881. | Temperatur Celsius. Im Zimmer. | Temperatur Celsius. Im Kasten. | $II_3-N$ | Z—S Messstange. | Z—S Normalmeter | Zeit im Mittel, 1881. | Temperatur Celsius. Im Zimmer | Temperatur Celsius. Im Kasten. | $II_4-N$ | Z—S Messstange. | Z—S Normalmeter. |
| 15 Oct | | | | | | 16 Oct. | | | | | |
| $23^h$ $15^m$ | 30°,95 | 29°,03 | — 58,40 | 377,65 | 215,09 | $23^h$ $8^m$ | 29°,83 | 28°,78 | + 43,33 | 286,74 | 209,85 |
| 16 Oct. | | | | | | 17 Oct. | | | | | |
| 5 8 | 30 ,95 | 29 ,72 | — 57,69 | 393,67 | 226,77 | 5 23 | 30 ,95 | 29 ,62 | + 45,18 | 302,13 | 222,86 |
| 10 58 | 29 ,96 | 29 ,47 | — 58,10 | 398,02 | 228,35 | 11 8 | 29 ,88 | 29 ,47 | + 44,87 | 304,16 | 225,05 |
| 18 18 | 30 ,06 | 28 ,87 | — 59,12 | 385,76 | 217,68 | 18 8 | 29 ,68 | 28 ,92 | + 45,15 | 298,48 | 218,18 |
| 19 Oct. | | | | | | 20 Oct. | | | | | |
| $23^h$ $8^m$ | 29 ,88 | 28 ,73 | — 58,21 | 373,78 | 214,80 | $23^h$ $8^m$ | 29°,97 | 28 ,83 | + 50,82 | 285,40 | 211,03 |
| 20 Oct | | | | | | 21 Oct. | | | | | |
| 5 13 | 30 ,36 | 29 ,57 | — 55,85 | 388,89 | 223,37 | 5 9 | 30 ,60 | 29 ,62 | + 51,34 | 301,68 | 222,69 |
| 10 56 | 29 ,83 | 29 ,42 | — 56,39 | 391,19 | 226,71 | 11 10 | 30 ,26 | 29 ,57 | + 51,99 | 303,10 | 225,97 |
| 18 23 | 29 ,93 | 28 ,82 | — 56,60 | 381,87 | 217,67 | 18 25 | 29 ,78 | 29 ,22 | + 52,30 | 299,39 | 221,17 |
| | 30°,48 | 29°,27 | — 58,33 | 388,78 | 221,97 | | 30°,09 | 29°,20 | + 44,63 | 297,88 | 218,99 |
| | 30 ,00 | 29 ,14 | — 56,76 | 383,93 | 219,89 | | 30 ,15 | 29 ,31 | + 51,61 | 297,39 | 220,22 |

Summa für die ganze Messstange II.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1e Reihe | 30°,38 | 29°,49 | 4 N — 71,89 | 1520,78 | 891,21 |
| 2e Reihe | 29 ,87 | 29 ,16 | — 70,85 | 1508,04 | 875,49 |
| Mittel aus 2 Reihen | 30°,13 | 29°,33 | 4 N — 71,37 | 1518,91 | 883,35 |

## RESULTATE DER VERGLEICHUNG DER MESSSTANGE III MIT DEM NORMALMETER, FÜR ALLE CORRECTIONEN VERBESSERT.

Beobachter: Hauptmann H. Helb.

| Zeit im Mittel, 1881. | Temperatur Celsius | | III — N. | Z — S Messstange. | Z — S Normalmeter. |
|---|---|---|---|---|---|
| | im Zimmer. | im Kasten. | | | |
| Oct. 21 23h 8m | 29°,49 | 28°,97 | + 65,64 | 127,45 | 212,21 |
| « 22 5h 21m | 29 ,49 | 28 ,97 | 65,76 | 131,86 | 214,19 |
| « « 11 8 | 28 ,71 | 28 ,75 | 64,27 | 132,53 | 212,57 |
| « « 18 25 | 28 ,71 | 28 ,58 | 62,94 | 124,45 | 205,05 |
| « « 23 8 | 28°,96 | 28 ,53 | 63,12 | 125,07 | 204,64 |
| « 23 5h 9m | 29 ,68 | 29 ,17 | 65,44 | 131,29 | 215,15 |
| « « 11 9 | 29 ,10 | 28 ,97 | 64,45 | 132,51 | 215,49 |
| « « 18 11 | 28 ,66 | 28 ,43 | 62,98 | 127,25 | 207,39 |
| Im Mittel 1e Reihe | 29 ,10 | 28 ,76 | 64,15 | 129,02 | 211,00 |
| 2e « | 29 ,10 | 28 ,78 | 64,00 | 129,03 | 209,67 |
| Mittel von 2 Reihen. | 29 ,10 | 28 ,77 | + 64,08 | 129,03 | 210,34 |

## RESULTATE DER VERGLEICHUNG DER MESSSTANGE IV MIT DEM NORMALMETER, FÜR ALLE CORRECTIONEN VERBESSERT.

Beobachter: Hauptmann H. Helb.

| Zeit im Mittel, 1881. | Temperatur Celsius | | IV — N. | Z — S Messstange. | Z — S Normalmeter. |
|---|---|---|---|---|---|
| | im Zimmer. | im Kasten. | | | |
| Oct. 23 23h 9m | 29°,30 | 28°,45 | — 2,46 | 205,24 | 201,79 |
| « 24 5 10 | 29 ,68 | 29 ,27 | + 0,75 | 221,69 | 214,81 |
| « « 11 9 | 29 ,30 | 29 ,02 | + 0,07 | 222,39 | 216,01 |
| « « 18 18 | 28 ,17 | 28 ,28 | + 0,15 | 212,97 | 207,55 |
| « « 23h 10m | 29°,55 | 28°,58 | + 0,54 | 224,21 | 208,27 |
| « 25 5 19 | 30 ,12 | 29 ,47 | + 1,45 | 234,79 | 219,61 |
| « « 10 58 | 29 ,30 | 29 ,27 | + 0,28 | 228,28 | 223,42 |
| « « 18 23 | 28 ,71 | 28 ,58 | + 0,49 | 222,09 | 214,94 |
| 1e Reihe | 29°,11 | 28°,73 | — 0,37 | 215,57 | 210,04 |
| 2e « | 29 ,37 | 28 ,98 | + 0,69 | 227,34 | 216,56 |
| Mittel von 2 Reihen. | 29 ,24 | 28 ,87 | + 0,16 | 221,45 | 213,30 |

## RESULTATE DER VERGLEICHUNG DER MESSSTANGEN I UND II UNTEREINANDER, FÜR ALLE CORRECTIONEN VERBESSERT.

Beobachter: Hauptmann H. Helb. Thermometer sind nicht abgelesen.

| 1881. | II—I | Z—S<br>I | Z—S<br>II |
|---|---|---|---|
| Nov. 6 23ᵘ 40ᵐ | 164,12 | 917,55 | 1505,54 |
| « 7 5 10 | 162,71 | 940,66 | 1525,75 |
| « « 11 10 | 165,24 | 877,60 | 1461,11 |
| « « 18 25 | 162,54 | 827,90 | 1411,10 |
| « « 23 0 | 167,21 | 848,12 | 1455,70 |
| « 8 5 9 | 165,71 | 915,09 | 1502,18 |
| « « 11 9 | 167,15 | 900,22 | 1487,56 |
| « « 18 24 | 168,67 | 855,42 | 1457,61 |
| Im Mittel 1ᵉ Reihe | 163,10 | 890,88 | 1474,88 |
| 2ᵉ « | 166,68 | 879,21 | 1465,76 |
| Mittel von 2 Reihen. | 164,89 | 885,05 | 1470,32 |

Vereinigen wir wieder die für die einzelnen Messstangen vor und nach der Basismessung bei Tangsil gefundenen Resultate, so haben wir, (S. oben S. 74:)

vor: $I_o = 4\ N_o - 277{,}45 - 890{,}50\ P + 819{,}82\ T$ bei $28^\circ{,}42$ C.
nach: $I_o = 4\ N_o - 244{,}67 - 915{,}20\ P + 862{,}65\ T$ « $28\ {,}97$ «

Im Mittel: $I_o = 4\ N_o - 261{,}06 - 901{,}75\ P + 841{,}25\ T$ « $28\ {,}70$ «

vor: $II_o = 4\ N_o - 67{,}40 - 1465{,}55\ Q + 826{,}75\ T$ bei $28^\circ{,}52$ C.
nach: $II_o = 4\ N_o - 65{,}27 - 1518{,}91\ Q + 885{,}55\ T$ « $29\ {,}55$ «

Im Mittel: $II_o = 4\ N_o - 66{,}34 - 1492{,}13\ Q + 855{,}05\ T$ « $28\ {,}85$ «

vor: $III_o = N_o + 62{,}22 - 90{,}88\ R + 199{,}50\ T$ bei $27^\circ{,}85$ C,
nach: $III_o = N_o + 64{,}08 - 129{,}05\ R + 210{,}34\ T$ « $28\ {,}77$ «

Im Mittel: $III_o = N_o + 63{,}15 - 109{,}96\ R + 204{,}92\ T$ « $28\ {,}31$ «

vor: $IV_o = N_o - 3{,}95 - 189{,}27\ S + 186{,}91\ T$ bei $27^\circ{,}55$ «
nach: $IV_o = N_o + 0{,}16 - 221{,}45\ S + 213{,}30\ T$ « $28\ {,}87$ «

Im Mittel: $IV_o = N_o - 1{,}90 - 205{,}36\ S + 200{,}11\ T$ « $28\ {,}11$ «

Substituirt man in diese Mittel die Werthe von P, Q, R und S, wie sie S. 8 recapitulirt sind, so hat man:

$$
\begin{aligned}
I_o &= 4\,N_o - 258{,}77 - 69{,}99\ T, \\
II_o &= 4\,N_o - 85{,}14 - 696{,}52\ T, \\
III_o &= N_o + 64{,}22 + 89{,}57\ T, \\
IV_o &= N_o - 0{,}45 - 51{,}29\ T,
\end{aligned}
$$

also die Summe:

$$S_o = 10\,N_o - 280{,}12 - 708{,}05\ T.$$

Durch Substraction finden wir wieder den Unterschied zwischen den nach und vor der Basismessung bei Tangsil gefundenen Längen. Das Resultat ist:

| | Nach — Vor: | Mittlere Temp. C. |
|---|---|---|
| für $I_o$: | $+ 32{,}78 - 22{,}90\ P + 42{,}81\ T$, | 28°,6, |
| « $II_o$: | $+ 2{,}15 - 35{,}56\ Q + 56{,}60\ T$, | 28 ,8, |
| « $III_o$: | $+ 1{,}86 - 38{,}15\ R + 10{,}84\ T$, | 28 ,5, |
| « $IV_o$: | $+ 4{,}11 - 32{,}18\ S + 26{,}39\ T$, | 28 ,1. |

Nehmen wir hier $T = 0{,}5826$, nach S. 16,
und $P = 0{,}5862$, « S. 8,
$Q = 0{,}6185$, « S. «,
$R = 0{,}6007$, « S. «,
$S = 0{,}6494$, « S. «,

so wird dieser Unterschied

| | |
|---|---|
| für $I_o$: | $+ 44{,}50\ \mu$, |
| « $II_o$: | $+ 1{,}99$ «, |
| « $III_o$: | $- 14{,}74$ «, |
| « $IV_o$: | $- 1{,}41$ «, |
| also für das Dekameter | $+ 30{,}14\ \mu$. |

Merkwürdigerweise hat für sämmtliche drei Basismessungen eine Verlängerung des ganzen Dekameters, d. h. der Summe der Längen der Messstangen stattgefunden. Doch ist die Verlängerung keine allgemein geltende Regel, es tritt auch bei der Stange III der Fall ein, dass auch einmal eine Verkürzerung zu constatiren war, während die Messstange IV immer kürzer geworden ist. Die folgende Recapitulation wird dies noch deutlicher machen:

## UNTERSCHIED, IN MIKRONS, ZWISCHEN DEN LÄNGEN DER MESSSTANGEN NACH UND VOR DEN DREI BASISMESSUNGEN AUF JAVA:

| | Simplak | Logantong. | Tangsil. | Summe. |
|---|---|---|---|---|
| I | + 5,5 | + 2,5 | + 44,5 | + 50,4 |
| II | + 15,2 | + 0,3 | + 2,0 | + 17,5 |
| III | + 10,2 | + 16,3 | − 14,7 | + 11,8 |
| IV | − 6,6 | − 7,6 | − 1,4 | − 15,6 |
| | + 22,3 | + 11,3 | + 30,2 | + 63,8 |

Das ganze Dekameter war also, der Umtausch der Glasplatte II, ausser Acht gelassen, *nach der dritten* Basismessung um 64 $\mu$ länger als *vor der ersten*. Durch jene Vertauschung ist die Zinkstange, welche die Theilungen trägt, (denn die Stahlstange hat an beiden Enden nur einen Strich), *verlängert* worden; die Folge war, dass Stahl- und Zinkstange bei *niedriger* Temperatur wie früher einander gleich sind, und dass deshalb die Normallänge $II_o$, welche beide Stangen dann haben, um 82 $\mu$ kürzer geworden ist.

Welche nun die Ursache dieser stetigen Verlängerung resp. Verkürzerung gewesen sein mag, lässt sich schwerlich noch bestimmen. Am Wahrscheinlichsten achte ich es, dass die kleinsten Krystalle, speciell des Zinks, wenn eine Stange von diesem Metall Temperaturänderungen ausgesetzt ist, erst nach längerer Zeit zu einer endlichen Anordnung gelangen. Will man dieses Metall seines grossen Ausdehnungscoefficienten wegen bei Basis-Apparaten beibehalten, so dürfte eine Probe mit gewalztem, statt gegossenem Zink, zu empfehlen sein.

## ABLEITUNG DER WIRKLICHEN LÄNGE DER BASIS.

Im Ganzen sind bei der Basismessung bei Tangsil die nachfolgenden Zahlen der Messstangen benutzt worden:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1er bis 3er Theil: | jede Messstange | | 300 | Mal, |
| 6er Theil: | « | » | 81 | « |
| 7er « | « | « | 123 | « |
| | Zusammen also: | | 504 | « |

Nehmen wir das Mittel von den beiden Messungen, so erhalten wir für die Länge der Basis:

$$504\ S_o - 229412 + 556591\ P + 642441\ Q + 56952\ R + 88650\ S.$$

Substituiren wir hierin die Werthe von P, Q, R, S aus Seite 8, und den Werth von $S_o$ von der vorigen Seite, so finden wir, indem wir jetzt das Meter als Einheit annehmen:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $504\ S_o$ | = | $5040\ N_o$ | $-\ 0{,}556\,847\ T$ | $-$ | $0{,}141\,180$ |
| $-\ 229\,412$ | = | | | $-$ | $0{,}229\,412$ |
| $+\ 556\,591\ P$ | = | | $+\ 0{,}560\,135\ T$ | $-$ | $0{,}000\,905$ |
| $+\ 642\,441\ Q$ | = | | $+\ 0{,}667\,946\ T$ | $+$ | $0{,}008\,095$ |
| $+\ 56\,952\ R$ | = | | $+\ 0{,}078\,765\ T$ | $-$ | $0{,}000\,558$ |
| $+\ 88\,650\ S$ | = | | $+\ 0{,}099\,868\ T$ | $-$ | $0{,}000\,635$ |
| Basis | = | $5040\ N_o$ | $+\ 0{,}809\,865\ T$ | $-$ | $0{,}364\,595.$ |

Substituiren wir hierin $N_o = 1{,}000\,159\,81$ Meter, und $T = 0{,}5829$, so finden wir:

$$5040\ N_o = 5040{,}805\,440$$
$$0{,}809\,865\ T = +\ 0{,}472\,069$$
$$-\ 0{,}364\,595$$

Basis = 5040,913 116 Mètres des Archives.

## DIE KLEINEN NOCH ANZUBRINGENDEN CORRECTIONEN.

Man sehe 2ᵉ Abth. S 25 ff, und oben S. 78.

1. Für die Correction wegen der Ausdehnung der Mikroskopträger wurde gefunden:

| | | Erste Messung. | Zweite Messung. |
|---|---|---|---|
| Erster | Theil, A bis D: | + 0,241 mM. | + 0,303 mM. |
| Zweiter | « E « G: | + 0,294 « | + 0,216 « |
| Dritter | « H « K: | + 0,318 « | + 0,305 « |
| Vierter | « L « N: | + 0,296 « | + 0,259 « |
| Fünfter | « O « Q: | + 0,325 « | + 0,293 « |
| Sechster | « R « U: | + 0,429 « | + 0,392 « |
| Siebenter | « V « AA: | + 0,510 « | + 0,473 « |
| | | + 2,413 « | + 2,221 « |

Also im Mittel + 2,317 mM., d. h. 0,46 Milliontel der Basis.

2. Die Correction wegen der geringen Neigungen der kurzen Messstangen darf, wie in der 2ᵗᵉⁿ Abth. S. 27 gezeigt ist, = 0 gesetzt werden, indem sie kaum einige wenige Mikrons betragen kann.

3. Die Correction, welche sich daraus ergiebt, dass, bei der Berechnung der Correction für Neigung der langen Messstangen, vorläufig angenommene Längen dieser Stangen, und zwar zu kleine, angewandt sind, ist schwer zu veranschlagen. Die Correction für Neigung war einer Tafel entnommen worden, welche mit nur 4 Decimalstellen nach der Formel (6,9031) $\text{Sin}^2 \frac{1}{2}$ I berechnet war, und die benöthigte Reduction, hinreichend genau, in Mikrons giebt. Setzt man diesem vierstelligen Logarithmus drei Nullen hinzu, so findet man in einer siebenstelligen Tafel, dass er der doppelten Stangenlänge 8000,184 entspricht.

Das Totum der Δ I und Δ II, im Mittel aus den beiden Messungen, beträgt aber, (s. vorige Seite) 356391 und 642441; theilt man diese Zahlen durch 504, die Anzahl Male dass die Messstangen I und II benutzt sind, so erhält man 707,1 und 1274,7. Diese multiplicirt mit P = 0,5862 und Q = 0,6183, geben für die mittleren Uebermaasse der beiden Messstangen über 4 $N_0$: P × Δ I = 414,5 und Q × Δ II = 788,1 Mikrons. Es sind also:

| | | |
|---|---|---|
| 8 $N_0$ | = | 8001,2783 mM. |
| P × Δ I | = | 0,4145 « |
| Q × Δ II | = | 0,7881 « |
| | | 8002,481 « des Mètre des Archives. |
| Abgezogen: | | 8000,184 |
| giebt Correction | | + 2,3 mM. oder 0,0002873 der Ganzen. |

Die ganze für Neigung angebrachte Correction betrug im Mittel aus beiden Messungen 198,6 mM. so dass, strenge genommen, die Correction dieser Correction noch — 0,057 mM., d. h. 57 Mikrons betragen kann.

4. Für die Correction wegen der Theilungsfehler der abgelesenen Glasplatten * konnte bei der

* Ueber diese Correctionen werden wir in einem Nachtrage zu dieser Abtheilung Naheres mittheilen

Reduction der Basismessung bei Logantong dieselbe proportionale Zahl (0,51 Millionteil) angenommen werden als bei der Reduction der Basismessung bei Simplak, (S. 79, in Verbindung mit 2[te] Abth. S. 28,29); bei der Basismessung in Ost-Java war aber die neue Glasplatte $II_c$ benutzt worden; nun waren zufälliger Weise die Correctionen der abgelesenen Striche dieser Theilung positiv, wie die Correctionen der abgelesenen Striche des anderen Ende dieser Stange $II_a$, so dass die totale Correction jetzt weniger gross war als früher. Zu der Berechnung des ungefähren Betrages wurde verfahren wie S. 28,29 der 2[ten] Abth. beschrieben worden ist; es wurden dazu die nachfolgenden Tagmessungen gewählt:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| die Unterabtheilung | E, 1[e] Messung, | 30 | August | 1877, | 200 | Meter, | (600—800); |
| « « | K, 2[e] « | 15 | September | « , | 200 | « | (1600—1800); |
| « « | P, 1[e] « | 24 | « | « , | 200 | « | (2600—2800); |
| « « | U, 2[e] « | 9 | October | « , | 200 | « | (3610—3810); |
| « « | Y, 1[e] « | 22 | « | « , | 210 | « | (4430—4640). |

Für die Summe der Theilungsfehler wurde gefunden:

| Unterabtheil. | $I_c$ | $I_a$ | $I_c-I_a$ | $P(I_c-I_a)$ | $II_c$ | $II_a$ | $II_c-II_a$ | $Q(II_c-II_a)$ | $III_b$ | $III_a$ | $III_b-III_a$ | $R(III_b-III_a)$ | $IV_b$ | $IV_a$ | $IV_b-IV_a$ | $S(IV_b-IV_a)$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E | −1,6 | +57,3 | −58,9 | −34,5 | +135,3 | +239,0 | −103,7 | −64,1 | −17,6 | −8,9 | −8,7 | −5,2 | −5,4 | −7,3 | +1,9 | +1,2 |
| K | −1,1 | +54,6 | −55,7 | −32,6 | +135,4 | +221,4 | −86,0 | −53,1 | −17,6 | −8,7 | −8,9 | −5,3 | −5,4 | −9,4 | +4,0 | +2,6 |
| P | −4,6 | +60,3 | −64,9 | −38,0 | +145,8 | +210,7 | −64,9 | −36,3 | −17,6 | −9,9 | −7,7 | −4,6 | −5,4 | −8,7 | +3,3 | +2,1 |
| U | −4,4 | +64,5 | −68,9 | −40,4 | +156,7 | +196,6 | −39,9 | −24,7 | −17,6 | −10,4 | −7,2 | −4,3 | −5,4 | −16,9 | +11,5 | +7,5 |
| Y | −3,6 | +59,1 | −62,7 | −36,7 | +145,9 | +227,0 | −81,1 | −50,1 | −18,5 | −9,1 | −9,4 | −5,6 | −5,7 | −7,6 | +1,9 | +1,2 |

Wie bereits 2[e] Abth. S. 29 bemerkt worden ist, muss die vollständige Correction $P\,(I_c - I_a) + Q\,(II_c - II_a) + R\,(III_b - III_a) + S\,(IV_b - IV_a)$ noch durch 2 getheilt werden, weil jedesmal zwei Zinkstriche abgelesen wurden, und bis jetzt die Theilungsfehler für die beiden Striche in Rechnung gebracht worden sind; wir finden also:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| für E | = − 0,0515 | mM. | auf | 200 | Meter, | |
| « K | = − 0,0442 | « | « | 200 | « | |
| « P | = − 0,0584 | « | « | 200 | « | |
| « U | = − 0,0510 | « | « | 200 | « | |
| « Y | = − 0,0456 | « | « | 210 | « | |
| | = − 0,2105 | « | « | 1010 | « | d. h. = − 0,21 Millionteil. |

Für die ganze Basis = 5040 Meter beträgt also diese Correction = − 1,058 mM.

5. Die Reduction auf die Oberfläche des Meeres. Die Bestimmung, durch ein directes Nivellement, der Höhe des Basisterrains über die Oberfläche des Meeres bildete einen Theil des Programms, welchen zu beendigen sich Ingenieur Soeters vorgenommen hatte; sein frühzeitiger Tod hat ihn aber an der Ausführung verhindert. Glücklicherweise ermöglichen die Höhebestimmungen der primären Punkte, welche doch immer an direct gemessene Höhen nahe beim Seestrande anschliessen, und unter welchen sich die Basisnetzpunkte Socket und Bésèr befanden, in Verbindung mit dem schon oben erwähnten, absichtlich von Ingenieur Soeters ausgeführten geodätischen Nivellement dieses Netzes, eine ziemlich genaue Seehöhe der Basis in Rechnung zu ziehen.

Die Seehöhen der oberen Oberflächen der Beobachtungspfeiler zu Tangsil und Djoerangsapi betragen nach einer eigens ausgeführten Ausgleichung dieses Nivellements, über welche in einer späteren Abtheilung das Nähere erwähnt werden wird, 238,5 beziehungsweise 250,0 Meter. Die Höhe dieser Pfeiler über dem Boden betrug 5 Meter, siehe Tafel XIII, wo auch das Profil der ganzen Basis, die Länge auf $\frac{1}{10000}$, die Höhen auf $\frac{1}{200}$ angegeben ist.

Die Theilungen der Messstangen erhoben sich, wie aus Tafel I der 4ten Abth. erhellt, um 0,95 Meter über den Boden, also war am Ende der Basis bei Djoerangsapi dieselbe Theilung 250,0 — 5,0 + 0,9 = 225,9 Meter über der Oberfläche der Meeres. Nun ist das arithmetische Mittel der 51 Höhen, welche auf dem Profil angegeben sind, = 5,56 Meter; Djoerangsapi entspricht 3,01 Meter, also ist die mittlere Höhe der Basis 2,55 Meter höher als Djoerangsapi oder = 228,25 Meter über die See.

Das mittlere Azimuth der Basis war 60° 17′ 6′,5, die Mittelbreite 7° 55′ 25″,42. Nach den Bessel'schen Elementen des Erdsphäroids, welche bei der Reduction dieser Triangulation allerorten benutzt sind, ist für diese Breite und Richtung:

$$R = 6\,367\,483 \text{ Meter},$$

und also die Correction für Höhe

$$= -5040,9 \times \frac{228,25}{6\,367\,711} = -0,180691 \text{ Meter}.$$

ENDRESULTAT FÜR DIE AUF DIE MEERESOBERFLÄCHE REDUCIRTE BASIS.

Wir finden also für die auf die Oberfläche des Meeres reducirte Länge der Basis bei Tangsil:

| | | |
|---|---|---|
| | | 5 040,915 416 |
| Correction wegen | Ausdehnung der Mikroskopträger . . . . . . . . . . . . | + 0,002 517 |
| | Neigung der kurzen Messstangen . . . . . . . . . . . . | 0,000 000 |
| | Vergrösserung der Correction für Neigung der langen Messstangen. | 0,000 057 |
| | Theilungsfehler . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,001 058 |
| | Seehöhe . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | — 0,180 691 |
| | Summe . . . . . . . . . . . . . . . . | 5 040,755 627 Mètres des Archives, |
| | | Log. = 3,702 4957.5 |

## § 14. Die Verbindung der Basis von Tangsil mit dem primären Dreiecksnetze.

Die Verbindung der Basis mit dem Dreiecksnetze, s. Tafel XII, war nur mittelmässig günstig. An beiden Seiten der Basis **1 2** wurde ein Dreieck gebildet, das eine, **1 2 4**, an der Nord-West-Seite, mit einem Scheitelwinkel = 35°,8, das andere, **1 2 3**, an der Süd-Ost-Seite, mit einem Scheitelwinkel 28°,1. Bei einem Winkel der letztgenannten Grösse entspricht eine Differenz einer Sekunde im Bogen schon 40 Einheiten der siebenten Decimalstelle im Log. Sinus. Der mittlere Fehler einer Richtung im Basisnetze ergab sich etwa = 0″,45, also eines Winkels = 0″,76; die 40 werden also zu 30 herabgebracht. Das folgende Verbindungsdreieck **3 4 5** bekam im Punkte 5 einen Scheitelwinkel von 45°,1, was allenfalls günstiger ist.

Ohne Zweifel ist die Natur des hügeligen und theils bewohnten, theils bewaldeten Terrains

hieran Schuld gewesen. Indessen bestehen doch mehrere Basisnetze, z. B. von Catania, wo nicht vortheilhaftere Winkel vorkommen.

In dem Bericht, welcher über die Arbeiten an der Basismessung in Manuscript vorgefunden ist, findet sich nichts über eine Absicht, die ganze Basis zur Controle in zwei Theile zu theilen, und durch ein oder zwei Zwischenpunkte den einen Theil aus dem anderen Theil herzuleiten, wie dies bei der Basis von Simplak zur Ausführung gekommen ist, und bei der Basis von Logantong wenigstens projectirt worden war. Zwar ist seitwärts, in einer Entfernung von 110 Metern südlich vom Fahrwege, in der Desa Wonosari, ein Pfeiler für die Breitenbestimmung gebaut worden, als Dreieckspunkt ist dieser Pfeiler aber nicht benutzt worden.

Alle Winkelbeobachtungen in diesem Netze sind von dem verstorbenen Ingenieur Soeters mit dem 12 zölligen Universal-Instrument von Repsold ausgeführt; von den anvisirten Pfeilern wurde, in der Regel mit dem Spalt-Schirme, wie oben erwähnt ist, heliotropirt, und jeder Rundgang wurde mit Objectiv rechts und links beobachtet; in den nachstehenden Tabellen sind, wie wir bisher immer gethan haben, der Kürze halber nur die Mittelzahlen mitgetheilt. Die Ausführung der Einzel-Resultate bei Kreis oder Fernrohr, resp. Objectiv links und rechts, würde die Tabellen, welche die Winkelmessungen enthalten, auf das Doppelte ausgedehnt, den Leser aber nur in den Stand gesetzt haben, den mittleren Fehler einer Richtung und Ablesung in jeder Lage abzuleiten; was aber, soweit es die Universal-Instrumente von Pistor und Martins, mit excentrischem Fernrohr, betrifft, nur geschehen kann, wenn man die Richtungen auf das Centrum des Instruments reducirt. Wir werden aber später das Resultat dieser Untersuchung für jeden Beobachter und jedes Instrument selbst angeben.

Wir lassen nun die Winkelmessungen, oder richtiger die Richtungsbeobachtungen folgen; müssen aber in Betreff der Nummerirung der Correctionen die Bemerkung machen, dass die Ausgleichung des Netzes früher durch ein Missverständniss so ausgeführt worden is, dass die Null-Richtung ursprünglich keine Correction erhielt. Diese Methode würde aber nur dann richtig sein, wenn vom 2ten, 3ten, ..... Punkte, nur der Winkel mit dem ersten Object, jeder besonders, gemessen worden wäre.

Die Summe der auf diese Weise gefundenen Correctionen war selbstverständlich nur ausnahmsweise = 0; allen, auch der Correction = 0 der Nullrichtung, wurde dann eine constante Grösse zugefügt, damit die Summe der sämmtlichen Correctionen nun = 0 werde. Diese konnte man nun als die plausibelsten Correctionen der Richtungen ansehen; sie sind es aber nicht in aller Richtigkeit. Wegen der ungeheuren Arbeit, welche an die Auflösung von neunzehn Gleichungen mit eben soviel Unbekannten verbunden ist, und weil im Anfange der Fortschritt der Arbeit als Hauptsache betrachtet wurde, so habe ich damals es dabei bewenden lassen; jetzt aber, wo die Rechnungen des Netzes vollendet sind, war es die Mühe werth, die Ausgleichung nach der besseren Methode zu wiederholen; die Nullrichtungen bekamen dabei auch Correctionen; damit aber die Vergleichung der alten mit den neuen Resultaten leichter geschehen könne, haben wir in der Nummerirung die alten Nummern behalten, also den Correctionen der Nullrichtungen die Zahlen (50), (51) u. s. w. gegeben. Die Vergleichung der beiden Resultate werden wir in einem Anhang hinzufügen.

## 1 DJOERANGSAPI.

Beobachter: Soeters. Instrument: (12 z.) Repsold.

Objectiv überall links und rechts. Auf allen Punkten Heliotrope, mit oder ohne Spalt.

| 1878 | Soeket. | Soeket. | Petja-loengan. | Tanah-woelan. | Tangsil. | Poetri. | Bésèr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0° 0′ | 17° 4′ | 87° 27′ | 100° 0′ | 165° 55′ | 167° 55′ |
| 28 Mai | 0° 2′ 10″ | 0″,00 | 15″,10 | 59″,85 | 14″,57 | 55″,65 | 5″,78 |
| « « | 60 22 50 | 0 ,00 | 15 ,45 | 61 ,28 | 18 ,07 | 56 ,15 | 6 ,49 |
| 29 « | 120 45 50 | 0 ,00 | 14 ,55 | 59 ,80 | 17 ,15 | 55 ,16 | 2 ,80 |
| 51 « | 50 12 50 | 0 ,00 | 15 ,98 | 60 ,57 | 16 ,81 | 55 ,96 | 5 ,95 |
| « « | 90 55 5 | 0 ,00 | 14 ,44 | 59 ,95 | 18 ,55 | 55 ,25 | 5 ,05 |
| 2 Juni | 150 55 45 | 0 ,00 | 15 ,02 | 58 ,67 | 17 ,47 | 54 ,46 | 5 ,05 |

RESULTATE.

| | | | | Höhe. | Azi-muth. | Corr. für Höhe. | Corrigirte Richtung. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | Soeket | 0° | 0′ | 0″,00 | 2 950 | 140° | — 0″,31 | 0″,00 | + (50) |
| 3 | Petjaloengan | 17 | 4 | 15 ,09 | 534 | 157 | — 0 ,04 | 15 ,56 | + (1) |
| 5 | Tanahwoelan | 87 | 27 | 59 ,98 | 761 | 228 | + 0 ,08 | 28′ 0 ,57 | + (2) |
| 2 | Tangsil | 100 | 0 | 17 ,10 | 239 | 240 | + 0 ,02 | 17 ,45 | + (5) |
| 4 | Poetri | 165 | 55 | 34 ,77 | 976 | 304 | — 0 ,10 | 54 ,98 | + (4) |
| 6 | Bésèr | 167 | 55 | 4 ,85 | 1 303 | 308 | — 0 ,13 | 5 ,05 | + (5) |

## 2 TANGSIL.

Beobachter: Soeters. Instrument: (12 z.) Repsold.

Objectiv überall links und rechts. Auf allen Punkten Heliotrope, mit oder ohne Spalt.

| 1878 | Bésèr. | Bésèr. | Poetri. | Djoerangsapi. | Petjaloengan. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0° 0′ | 5° 8′ | 85° 48′ | 154° 45′ |
| 24 u. 27 Mai | 0° 2′ 5″ | 0″,00 | 59″,04 | | 58″,59 |
| 24 « | 60 22 57 | 0 ,00 | 59 ,05 | | 57 ,58 |
| 25 u. 26 « | 120 45 20 | 0 ,00 | 58 ,60 | | 57 ,77 |
| « « « « | 50 12 10 | 0 ,00 | 58 ,19 | | 56 ,64 |
| 26 « | 90 55 5 | 0 ,00 | 57 ,25 | | 57 ,49 |
| « « | 150 55 45 | 0 ,00 | 58 ,24 | | 56 ,90 |
| 19 Juli | 0 2 0 | 0 ,00 | 58 ,29 | 59″,66 | 57 ,89 |
| 20 « | 60 22 40 | 0 ,00 | 59 ,25 | 59 ,55 | 58 ,11 |
| 21 « | 50 12 10 | 0 ,00 | 58 ,15 | 58 ,61 | 58 ,56 |
| « « | 120 45 25 | 0 ,00 | 58 ,21 | 40 ,57 | 57 ,99 |
| 25 « | 90 55 0 | 0 ,00 | 57 ,65 | 40 ,55 | 57 ,68 |
| « « | 150 55 55 | 0 ,00 | 58 ,26 | 58 ,48 | 57 ,78 |

RESULTATE.

| | | | | Höhe. | Azi-muth. | Corr. für Höhe. | Corrigirte Richtung. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Bésèr | 0° | 0′ | 0″,00 | 1 303 | 334° | — 0″,10 | 0″,00 | + (51) |
| 4 | Poetri | 5 | 8 | 58 ,35 | 976 | 339 | — 0 ,07 | 58 ,58 | + (6) |
| 1 | Djoerangsapi | 85 | 48 | 39 ,57 | 230 | 60 | + 0 ,02 | 59 ,69 | + (7) |
| 3 | Petjaloengan | 154 | 45 | 37 ,74 | 534 | 129 | — 0 ,05 | 57 ,79 | + (8) |

### 3 PETJALOENGAN.

Beobachter: Soeters. Instrument: (12 z.) Repsold.
Objectiv überall links und rechts. Auf allen Punkten Heliotrope, mit oder ohne Spalt.

| 1878 | Soeket. | Soeket. | Tanah-woelan. | Tangsil. | Bēsēr. | Poetri. | Djoerang-sapi. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0° 0′ | 120° 15′ | 177° 14′ | 189° 45′ | 189° 58′ | 205° 21′ |
| 5 Juni | 0° 2′ 10″ | 0″,00 | 42″,49 | 40″,28 | 55″,55 | 56″,96 | 40″,79 |
| 6 u. 7 « | 60 22 50 | 0 ,00 | 44 ,26 | 40 ,47 | 56 ,52 | 57 ,27 | 42 ,54 |
| 7 u. 8 « | 120 45 20 | 0 ,00 | 45 ,29 | 40 ,04 | 55 ,28 | 57 ,18 | 41 ,04 |
| 8 « | 50 12 55 | 0 ,00 | | 41 ,58 | 54 ,44 | | 39 ,64 |
| 9 « | 90 55 15 | 0 ,00 | 45 ,55 | 41 ,11 | 54 ,95 | 56 ,06 | 39 ,55 |
| 10 « | 150 55 45 | 0 ,00 | 45 ,52 | 40 ,45 | 54 ,82 | 56 ,88 | 40 ,65 |
| | Tanahwoelan. | | | | | | |
| 8 u. 10 « | 150 28 50 | | 0 ,00 | | 52 ,54 | 14 ,57 | |

RESULTATE.

| | | | | Höhe. | Azi-muth. | Corr. für Höhe. | Corrigirte Richtung. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | Soeket | 0° | 0′ | 0″,00 | 2 950 | 132° | — 0″,32 | 0″,00 | + (52) |
| 5 | Tanahwoelan | 120 | 15 | 43 ,20 | 761 | 252 | + 0 ,05 | 45 ,57 | + (9) |
| 2 | Tangsil | 177 | 14 | 40 ,65 | 239 | 309 | — 0 ,02 | 40 ,95 | + (10) |
| 6 | Bēsēr | 189 | 45 | 35 ,23 | 1 303 | 322 | — 0 ,13 | 55 ,42 | + (11) |
| 4 | Poetri | 189 | 58 | 56 ,84 | 976 | 322 | — 0 ,10 | 57 ,06 | + (12) |
| 1 | Djoerangsapi | 205 | 21 | 40 ,63 | 230 | 337 | — 0 ,02 | 40 ,95 | + (15) |

### 4 POETRI.

Beobachter: Soeters. Instrument: (12 z.) Repsold.
Objectiv überall links und rechts. Auf allen Punkten Heliotrope, mit oder ohne Spalt.

| 1878 | Djoerangsapi. | Djoerang-sapi. | Soeket. | Petja-loengan. | Tangsil. | Tanah-woelan. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0° 0′ | 12° 47′ | 18° 7′ | 55° 47′ | 85° 16′ |
| 15 u. 14 Juni | 0° 2′ 25″ | 0″,00 | 49″,90 | 56″,47 | 0″,90 | 41″,48 |
| 15 « | 60 25 10 | 0 ,00 | 50 ,15 | 55 ,87 | 1 ,26 | 42 ,78 |
| 15 u. 17 « | 120 45 15 | 0 ,00 | 49 ,27 | 55 ,84 | 0 ,24 | 41 ,67 |
| 15 « | 50 12 45 | 0 ,00 | | 56 ,01 | 1 ,42 | 41 ,48 |
| 16 « | 90 32 45 | 0 ,00 | | 55 ,11 | 1 ,12 | 45 ,01 |
| 17 « | 150 55 25 | 0 ,00 | 49 ,96 | 56 ,48 | 0 ,52 | 41 ,78 |
| 18 « | 50 32 45 | 0 ,00 | 49 ,59 | | | |
| « « | 90 32 50 | 0 ,00 | 48 ,95 | | | |

RESULTATE.

| | | | | Höhe. | Azi-muth. | Corr. für Höhe. | Corrigirte Richtung. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Djoerangsapi | 0° | 0 | 0″,00 | 230 | 125° | — 0″,02 | 0″,00 | + (55) |
| 7 | Soeket | 12 | 47 | 49 ,64 | 2 950 | 137 | — 0 ,32 | 49 ,54 | + (14) |
| 3 | Petjaloengan | 18 | 7 | 55 ,96 | 534 | 142 | — 0 ,05 | 55 ,95 | + (15) |
| 2 | Tangsil | 55 | 47 | 0 ,88 | 239 | 160 | — 0 ,02 | 0 ,88 | + (16) |
| 5 | Tanahwoelan | 85 | 16 | 42 ,03 | 761 | 208 | + 0 ,07 | 42 ,12 | + (17) |

## 5 TANAHWOELAN.

Beobachter: Soeters. Instrument: (12 z.) Repsold.

Objectiv überall links und rechts. Auf allen Punkten Heliotrope mit oder ohne Spalt.

| 1878 | | Bésér. | | | Bésér. | Poetri. | Djoerang-sapi. | Petjaloengan. | Soeket. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0° 0′ | 5° 58′ | 26° 56′ | 51° 6′ | 79° 10′ |
| 29 | Juni | 0° | 1′ | 25″ | 0″,00 | 57″,29 | 20″,14 | 57″,66 | 55 ,17 |
| 1 | Juli | 60 | 22 | 10 | 0 ,00 | 57 ,76 | 20 ,64 | 58 ,60 | 55 ,10 |
| « | « | 120 | 42 | 55 | 0 ,00 | 57 ,40 | 20 ,95 | 59 ,90 | 55 ,02 |
| « | « | 0 | 1 | 20 | 0 ,00 | | | | 52 ,08 |
| « | « | 30 | 11 | 45 | 0 ,00 | 56 ,65 | 19 ,18 | 58 ,52 | 55 ,95 |
| « | « | 90 | 32 | 55 | 0 ,00 | 57 ,21 | 20 ,44 | 58 ,45 | |
| « | « | 150 | 55 | 20 | 0 ,00 | 57 ,52 | 20 ,74 | 58 ,06 | |
| 5 u. 6 | « | 150 | 55 | 20 | 0 ,00 | | | | 55 ,76 |
| 7 | « | 150 | 55 | 20 | 0 ,00 | | | | |

### RESULTATE.

| | | | | | Höhe. | Azimuth. | Corr. für Höhe. | Corrigirte Richtung. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Bésér | 0° | 0′ | 0″,00 | 1 303 | 21° | + 0″,09 | 0″,00 | + | (54) |
| 4 | Poetri | 5 | 58 | 37 ,27 | 976 | 27 | + 0 ,08 | 57 ,26 | + | (18) |
| 1 | Djoerangsapi | 26 | 56 | 20 ,35 | 230 | 48 | + 0 ,02 | 20 ,28 | + | (19) |
| 3 | Petjaloengan | 51 | 6 | 38 ,50 | 534 | 72 | + 0 ,03 | 58 ,44 | + | (20) |
| 7 | Soeket | 79 | 10 | 53 ,18 | 2 950 | 100 | — 0 ,11 | 52 ,98 | + | (21) |

## 6 BÉSÉR.

Beobachter: Soeters. Instrument: (12 z.) Repsold.

Objectiv überall links und rechts. Auf allen Punkten Heliotrope mit oder ohne Spalt.

| 1878 | | Djoerangsapi. | | | Djoerang-sapi. | Soeket. | Petja-loengan. | Tangsil. | Tanah-woelan. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0° 0′ | 9° 2′ | 15° 55′ | 26° 58′ | 75° 18′ |
| 22 | Juni | 0° | 1′ | 20″ | 0″,00 | 51″,80 | 5″,54 | 52″,85 | 54″,18 |
| 25 | « | 120 | 42 | 55 | 0 ,00 | 50 ,60 | 4 ,74 | 54 ,06 | 55 ,06 |
| 24 | « | 30 | 11 | 55 | 0 ,00 | 50 ,76 | 4 ,61 | 51 ,70 | 54 ,48 |
| 24 u. 26 | « | 90 | 32 | 20 | 0 ,00 | 50 ,54 | 4 ,51 | 52 ,44 | 55 ,54 |
| 26 | « | 150 | 55 | 0 | 0 ,00 | 50 ,56 | 5 ,55 | 52 ,55 | 54 ,50 |
| « | « | 60 | 22 | 0 | 0 ,00 | 51 ,15 | 5 ,72 | 55 ,45 | 55 ,44 |

### RESULTATE.

| | | | | | Höhe. | Azimuth. | Corr. für Höhe. | Corrigirte Richtung. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Djoerangsapi | 0° | 0′ | 0″,00 | 230 | 128° | — 0″,02 | 0″,00 | + | (55) |
| 7 | Soeket | 9 | 2 | 30 ,90 | 2 950 | 137 | — 0 ,32 | 50 ,60 | + | (22) |
| 3 | Petjaloengan | 15 | 55 | 4 ,38 | 531 | 142 | — 0 ,05 | 4 ,55 | + | (23) |
| 2 | Tangsil | 26 | 58 | 32 ,84 | 239 | 151 | — 0 ,02 | 52 ,84 | + | (24) |
| 5 | Tanahwoelan | 75 | 18 | 34 ,80 | 761 | 201 | + 0 ,05 | 54 ,87 | + | (25) |

## 7 SOEKET.

Beobachter: Soeters. Instrument: (12 z.) Repsold.

Objectiv überall links und rechts. Auf allen Punkten Heliotrope mit oder ohne Spalt.

| 1878 | Tanahwoelan. | Tanah-woelan. | Petjaloengan. | Poetri. | Bésér. | Djoerang-sapi. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0° 0′ | 51° 40′ | 56° 18′ | 56° 55′ | 59° 57′ |
| 11 Juli | 0° 1′ 50″ | 0″,00 | 2″,01 | 52″,79 | 4″,40 | 28″,46 |
| 13 « | 60 22 5 | 0 ,00 | 2 ,88 | 52 ,58 | 4 ,79 | 29 ,41 |
| 13 u. 14 « | 120 45 0 | 0 ,00 | 3 ,56 | 54 ,04 | 5 ,52 | 27 ,76 |
| 14 « | 30 11 45 | 0 ,00 | 5 ,69 | 55 ,55 | 5 ,81 | 29 ,92 |
| 15 « | 90 32 25 | 0 ,00 | 5 ,90 | 54 ,14 | 4 ,97 | 29 ,65 |
| 15 u. 16 « | 150 55 10 | 0 ,00 | 5 ,26 | 55 ,67 | 5 ,45 | 29 ,04 |

### RESULTATE.

| | | | | Höhe. | | Azi-muth. | Corr. für Höhe. | Corrigirte Richtung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Tanahwoelan | 0° | 0′ | 0″,00 | 761 | 280° | — 0″,03 | 0″,00 + (56) |
| 3 | Petjaloengan | 51 | 40 | 3 ,22 | 534 | 312 | — 0 ,06 | 5 ,19 + (26) |
| 4 | Poetri | 56 | 18 | 53 ,48 | 976 | 317 | — 0 ,10 | 55 ,56 + (27) |
| 6 | Bésér | 56 | 55 | 5 ,15 | 1 308 | 317 | — 0 ,18 | 5 ,05 + (28) |
| 1 | Djoerangsapi | 59 | 57 | 29 ,04 | 230 | 320 | — 0 ,02 | 29 ,05 + (29) |

Das ganze Basisnetz enthält 18 gegenseitig gemessene Richtungen, zwischen 7 Dreieckspunkten, es ergeben sich also 12 Winkel- und 7 Seitengleichungen.

### Dreieck 1 2 3.

1 = 82° 56′ 2″,07 + (5) — (1)
2 = 68 56 58 ,10 + (8) — (7)
3 = 28 6 59 ,98 + (15) — (10)

180 0 0 ,15
$180° + \varepsilon$ = 180 0 0 ,127

(I) . . . 0 = + 0 ,023 — (1) + (5) — (7) + (8) — (10) + (15)

### Dreieck 1 2 4.

1 = 63° 55′ 17″,55 + (4) — (3)
2 = 80 59 41 ,31 + (7) — (6)
4 = 35 47 0 ,88 + (16) — (33)

179 59 59 ,74
$180° + \varepsilon$ = 180 0 0 ,098

(II) . . . 0 = — 0 ,358 — (3) + (4) — (6) + (7) + (16) — (33)

### Dreieck 1 2 6.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | = | 67° | 32′ | 47″,60 | + (5) − (3) |
| 2 | = | 85 | 48 | 39 ,69 | + (7) − (31) |
| 6 | = | 26 | 38 | 32 ,84 | + (24) − (33) |
| | | 180 | 0 | 0 ,13 | |
| 180° + ε | = | 180 | 0 | 0 ,135 | |

(III) . . . 0 = − 0 ,005 − (3) + (5) + (7) + (24) − (31) − (33)

### Dreieck 1 3 4.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 146° | 29′ | 19″,62 | + (4) − (1) |
| 3 | 15 | 22 | 43 ,87 | + (13) − (12) |
| 4 | 18 | 7 | 55 ,93 | + (15) − (35) |
| | 179 | 59 | 59 ,42 | |
| 180° + ε = | 180 | 0 | 0 ,120 | |

(IV) . . . 0 = − 0,700 − (1) + (4) − (12) + (13) + (15) − (35)

### Dreieck 1 3 5.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | = | 70° | 23′ | 45″,01 | + (2) − (1) |
| 3 | = | 85 | 5 | 57 ,36 | + (13) − (9) |
| 5 | = | 24 | 30 | 18 ,16 | + (20) − (19) |
| | | 180 | 0 | 0 ,53 | |
| 180° + ε | = | 180 | 0 | 0 ,576 | |

(V) . . . 0 = − 0 ,046 − (1) + (2) − (9) + (13) − (19) + (20)

### Dreieck 1 3 6.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 150° | 28′ | 49″,67 | + (5) − (1) |
| 3 | 15 | 58 | 5 ,51 | + (13) − (11) |
| 6 | 13 | 33 | 4 ,35 | + (25) − (33) |
| | 179 | 59 | 59 ,53 | |
| 180° + ε = | 180 | 0 | 0 ,141 | |

(VI) . . . 0 = − 0 ,611 − (1) + (5) − (11) + (13) + (25) − (33)

### Dreieck 1 3 7.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 17° | 4′ | 15″,36 | + (1) − (30) |
| 3 | 154 | 38 | 19 ,07 | + (32) − (13) |
| 7 | 8 | 17 | 25 ,86 | + (29) − (26) |
| | 180 | 0 | 0 ,29 | |
| 180 + ε = | 180 | 0 | 0 ,222 | |

(VII) . . . 0 = + 0,068 + (1) − (13) − (26) + (29) − (30) + (32)

Dreieck 1 4 5.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 76° 5′ | 54″,61 | + (4) | — (2) |
| 4 | 85 16 | 42 ,12 | + (17) | — (55) |
| 5 | 20 57 | 43 ,02 | + (19) | — (18) |
| | 179 59 | 59 ,75 | | |
| 180° + ε = | 180 0 | 0 ,505 | | |

(VIII) . . . 0 = — 0 ,755 — (2) + (4) + (17) — (18) + (19) — (55)

Dreieck 1 5 6.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 80° 5′ | 4″,66 | + (5) | — (2) |
| 5 | 26 56 | 20 ,28 | + (19) | — (54) |
| 6 | 73 18 | 34 ,87 | + (25) | — (55) |
| | 179 59 | 59 ,81 | | |
| 180° + ε = | 180 0 | 0 ,676 | | |

(IX) . . . 0 = — 0 ,866 — (2) + (5) + (19) + (25) — (54) — (55)

Dreieck 1 5 7.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 87° 28′ | 0″,37 | + (2) | — (50) |
| 5 | 52 34 | 52 ,70 | + (21) | — (19) |
| 7 | 39 57 | 29 ,05 | + (29) | — (56) |
| | 180 0 | 2 ,12 | | |
| 180° + ε = | 180 0 | 1 ,815 | | |

(X) . . . 0 = + 0″,307 + (2) — (19) + (21) + (29) — (50) — (56)

Dreieck 4 5 7.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 70° 28′ | 52″,78 | + (17) | — (14) |
| 5 | 73 12 | 15 ,72 | + (21) | — (18) |
| 7 | 36 18 | 53 ,36 | + (27) | — (56) |
| | 180 0 | 1 ,86 | | |
| 180° + ε = | 180 0 | 2 ,136 | | |

(XI) . . . 0 = — 0 ,276 — (14) + (17) — (18) + (21) + (27) — (56)

Dreieck 5 6 7.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 79° 10′ | 52″,98 | + (21) | — (54) |
| 6 | 64 16 | 4 ,27 | + (25) | — (22) |
| 7 | 36 33 | 5 ,05 | + (28) | — (56) |
| | 180 0 | 2 ,30 | | |
| 180° + ε = | 180 0 | 2 ,306 | | |

(XII) . . . 0 = — 0 ,006 + (21) — (22) + (25) + (28) — (54) — (56)

### Viereck 1 2 3 4.

$$\frac{\text{Sin } 124 \; . \; \text{Sin } 143 \; . \; \text{Sin } 132}{\text{Sin } 142 \; . \; \text{Sin } 134 \; . \; \text{Sin } 123} = 1.$$

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 2 4 | = 80° 59′ 41″,51 + (7) — (6) | 9,994 2057.5 + | 5.4 | { (7) | — (6) | } |
| 1 4 2 | = 55 47 0 ,88 + (16) — (55) | 0,255 0482.5 + | 29.2 | { (55) | — (16) | } |
| 1 4 3 | = 18 7 55 ,95 + (15) — (55) | 9,495 0544.5 + | 64.5 | { (15) | — (55) | } |
| 1 3 4 | = 15 22 45 ,87 + (15) — (12) | 0,576 4260.6 + | 76.6 | { (12) | — (15) | } |
| 1 3 2 | = 28 6 59 ,98 + (15) — (10) | 9,675 2685.2 + | 59.4 | { (15) | — (10) | } |
| 1 2 3 | = 68 56 58 ,40 + (8) — (7) | 0,029 9954.4 + | 8.1 | { (7) | — (8) | } |
| | | 9,999 9982.5 | | | | |

XIII . . . . 0 = − 177 − 34 (6) + 115 (7) − 81 (8) − 394 (10) + 766 (12) − 372 (13) + 643 (15) − 292 (16) − 351 (33)

### Viereck 1 2 3 6.

$$\frac{\text{Sin } 126 \; . \; \text{Sin } 163 \; . \; \text{Sin } 132}{\text{Sin } 162 \; . \; \text{Sin } 136 \; . \; \text{Sin } 123} = 1.$$

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 2 6 | = 85° 48′ 59″,69 + (7) — (51) | 9,998 8582.5 + | 1.5 | { (7) | — (51) | } |
| 1 6 2 | = 26 58 52 ,84 + (24) — (55) | 0,548 5155.7 + | 42.0 | { (55) | — (24) | } |
| 1 6 3 | = 15 55 4 ,55 + (25) — (55) | 9,580 1490.6 + | 85.2 | { (25) | — (55) | } |
| 1 3 6 | = 15 58 5 ,51 + (15) — (11) | 0,569 4518.1 + | 75.5 | { (11) | — (15) | } |
| 1 3 2 | = 28 6 59 ,98 + (15) — (10) | 9,675 2685.2 + | 59.4 | { (15) | — (10) | } |
| 1 2 3 | = 68 56 58 ,40 + (8) — (7) | 0,029 9954.4 + | 8.1 | { (7) | — (8) | } |
| | | 9,999 9975.5 | | | | |

XIV . . . . . 0 = − 265 + 96 (7) − 81 (8) − 394 (10) + 753 (11) − 359 (13) + 852 (23) − 420 (24) − 15 (31) − 432 (35)

### Viereck 1 3 5 6.

$$\frac{\text{Sin } 365 \; . \; \text{Sin } 153 \; . \; \text{Sin } 316}{\text{Sin } 356 \; . \; \text{Sin } 315 \; . \; \text{Sin } 163} = 1.$$

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 6 5 | = 59° 25′ 50″,52 + (25) — (25) | 9,954 9856.5 + | 12.5 | { (25) | — (25) | } |
| 3 5 6 | = 51 6 58 ,44 + (20) — (54) | 0,108 8195.5 + | 17.0 | { (54) | — (20) | } |
| 1 5 3 | = 24 50 18 ,16 + (20) — (19) | 9,617 8108.2 + | 46.1 | { (20) | — (19) | } |
| 3 1 5 | = 70 25 45 ,01 + (2) — (1) | 0,025 9558.4 + | 7.5 | { (1) | — (2) | } |
| 3 1 6 | = 150 28 49 ,67 + (5) — (1) | 9,692 6004.5 + | 57.2 | { (1) | — (5) | } |
| 1 6 3 | = 15 55 4 ,55 + (25) — (55) | 0,619 8500.4 + | 85.2 | { (55) | — (25) | } |
| | | 0,000 0001.5 | | | | |

XV . . . . 0 = 13 + 447 (1) − 75 (2) − 372 (5) − 461 (19) + 291 (20) − 977 (23) + 125 (25) + 170 (31) + 852 (35)

### Viereck 1 3 4 5.

$$\frac{\text{Sin } 345 \,.\, \text{Sin } 153 \,.\, \text{Sin } 314}{\text{Sin } 354 \,.\, \text{Sin } 315 \,.\, \text{Sin } 143} = 1.$$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **345** | = 65° 8′ 46″,19 + (17) — (13) | 9,957 7906.0 + 9.7 {(17) — (13)} |
| **354** | = 45 8 1 ,18 + (20) — (18) | 0,149 5042.2 + 21.0 {(18) — (20)} |
| **153** | = 24 30 18 ,16 + (20) — (19) | 9,617 8108.2 + 46.1 {(20) — (19)} |
| **315** | = 70 25 45 ,01 + (2) — (1) | 0,025 9558.4 + 7.5 {(1) — (2)} |
| **314** | =146 29 19 ,62 + (4) — (1) | 9,742 0179.1 + 31.8 {(1) — (4)} |
| **143** | = 18 7 55 ,95 + (13) — (33) | 0,506 9455.7 + 64.5 {(33) — (13)} |
| | | 0,000 0029.6 |

XVI . . . 0 = 296 + 393 (1) — 75 (2) — 318 (4) — 740 (15) + 97 (17) + 210 (18) — 461 (19) + 251 (20) + 643 (33)

### Viereck 1 3 5 7.

$$\frac{\text{Sin } 157 \,.\, \text{Sin } 173 \,.\, \text{Sin } 135}{\text{Sin } 175 \,.\, \text{Sin } 137 \,.\, \text{Sin } 153} = 1.$$

| | | |
|---|---|---|
| **157** | = 52° 34′ 52″,70 + (21) — (19) | 9,899 9066.5 + 16.1 {(21) — (19)} |
| **175** | = 39 57 29 ,05 + (29) — (36) | 0,192 5115.8 + 25.1 {(36) — (29)} |
| **173** | = 8 17 25 ,86 + (29) — (26) | 9,158 9425.8 +144.5 {(29) — (26)} |
| **137** | =154 38 19 ,07 + (32) — (13) | 0,368 2255.7 + 44.4 {(32) — (13)} |
| **135** | = 85 5 57 ,56 + (13) — (9) | 9,998 4094.2 + 1.8 {(13) — (9)} |
| **153** | = 24 30 18 ,16 + (20) — (19) | 0,582 1891.8 + 46.1 {(19) — (20)} |
| | | 9,999 9847.8 |

XVII 0 = — 1522 — 18 (9) — 426 (13) + 300 (19) — 461 (20) + 161 (21) — 1445 (26) + 1194 (29) + 444 (32) + 251 (36)

### Viereck 1 4 5 7.

$$\frac{\text{Sin } 517 \,.\, \text{Sin } 475 \,.\, \text{Sin } 145}{\text{Sin } 175 \,.\, \text{Sin } 547 \,.\, \text{Sin } 415} = 1.$$

| | | |
|---|---|---|
| **517** | = 87° 28′ 0″,37 + (2) — (30) | 9,999 5755.4 + 4.0 {(2) — (30)} |
| **175** | = 39 57 29 ,05 + (29) — (36) | 0,192 5115.8 + 25,1 {(36) — (29)} |
| **475** | = 36 18 53 ,56 + (27) — (36) | 9,772 4843.1 + 28,6 {(27) — (36)} |
| **547** | = 70 28 52 ,78 + (17) — (14) | 0,025 7056.2 + 7.5 {(14) — (17)} |
| **145** | = 85 16 42 ,12 + (17) — (33) | 9,997 0046.1 + 2.4 {(17) — (33)} |
| **415** | = 76 5 34 ,61 + (4) — (2) | 0,012 9208.0 + 5.2 {(2) — (4)} |
| | | 0,000 0002.6 |

XVIII. . . 0 = 26 + 62 (2) — 52 (4) + 75 (14) — 51 (17) + 246 (27) — 251 (29) — 10 (30) — 24 (33) — 35 (36)

Viereck 1 3 6 7.

$$\frac{\text{Sin } 317 \cdot \text{Sin } 376 \cdot \text{Sin } 361}{\text{Sin } 173 \cdot \text{Sin } 367 \cdot \text{Sin } 316} = 1.$$

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 317 | = 87° 28′ 0″,57 + (2) − (30) | 9,999 5755.4 | + | 1.0 | { (2) − (30) } |
| 173 | = 39 37 29 ,05 + (29) − (36) | 0,192 5115.8 | + | 25.1 | { (36) − (29) } |
| 376 | = 36 33 5 ,05 + (28) − (36) | 9,774 9156.4 | + | 28.4 | { (28) − (36) } |
| 367 | = 64 16 4 ,27 + (25) − (22) | 0,045 5554.4 | + | 10.2 | { (22) − (25) } |
| 361 | = 73 18 34 ,87 + (25) − (35) | 9,981 3070.7 | + | 6.5 | { (25) − (35) } |
| 316 | = 80 5 4 ,66 + (3) − (2) | 0,006 5559.2 | + | 5.6 | { (2) − (3) } |
| | | 9,999 9989.9 | | | |

XIX . . = − 101 + 46 (2) − 36 (3) + 102 (22) − 39 (25) + 284 (28) − 251 (29) − 10 (30) − 63 (35) − 33 (36)

Darstellung der Correctionen (30), (1), (2), (3). . . . durch die Correlaten I, II, III, . . .

(30) = − VII − X   10 XVIII − 10 XIX
(1) = − I − IV   V − VI + VII + 447 XV + 595 XVI
(2) = V − VIII − IX + X − 75 XV − 75 XVI + 62 XVIII + 46 XIX
(3) = I − II − III
(4) = II + IV + VIII − 518 XVI − 52 XVIII
(5) = III + VI + IX − 572 XV − 56 XIX
(31) = − III − 15 XIV
(6) = − II − 54 XIII
(7) = − I + II + III + 115 XIII + 96 XIV
(8) = I − 81 XIII − 81 XIV
(32) = VII + 444 XVII
(9) = − V − 18 XVII
(10) = − I − 594 XIII − 594 XIV
(11) = − VI + 755 XIV
(12) = − IV + 766 XIII
(13) = I + IV + V + VI − VII − 572 XIII   559 XIV − 426 XVII
(33) = − II − IV − VIII − 551 XIII + 645 XVI − 24 XVIII
(14) = − XI + 75 XVIII
(15) = IV + 645 XIII   740 XVI
(16) = II − 292 XIII
(17) = VIII + XI + 97 XVI − 51 XVIII
(34) = − IX − XII + 170 XV
(18) = − VIII − XI + 210 XVI
(19) = − V + VIII + IX − X − 461 XV − 461 XVI + 500 XVII
(20) = V + 291 XV + 251 XVI . 461 XVII
(21) = X + XI + XII + 161 XVII
(35) = − III − VI − IX − 452 XIV + 852 XV − 65 XIX
(22) = − XII + 102 XIX
(23) = VI + 852 XIV − 977 XV
(24) = III − 420 XIV
(25) = IX + XII + 125 XV − 59 XIX

$$(56) = -\mathrm{X} - \mathrm{XI} - \mathrm{XII} + 251\,\mathrm{XVII} \quad 55\,\mathrm{XVIII} \quad 55\,\mathrm{XIX}$$
$$(26) = -\mathrm{VII} - 1445\,\mathrm{XVII}$$
$$(27) = \mathrm{XI} + 286\,\mathrm{XVIII}$$
$$(28) = \mathrm{XII} + 284\,\mathrm{XIX}$$
$$(29) = \mathrm{VII} + \mathrm{X} + 1194\,\mathrm{XVII} - 251\,\mathrm{XVIII} \quad 251\,\mathrm{XIX}$$

---

## VORBEREITUNG ZUR BERECHNUNG DES MITTLEREN FEHLERS DES BRIGGISCHEN LOGARITHMUS DER SEITE SÈBER-SOEKET.

Das Verhältniss $\frac{\text{Sin } 67}{\text{Sin } 12}$ kann wieder auf verschiedene Art ausgedrückt werden; wir wählen einerseits

$$\frac{\text{Sin } 67}{\text{Sin } 12} = \frac{\text{Sin } 126 \,.\, \text{Sin } 516 \,.\, \text{Sin } 657}{\text{Sin } 162 \,.\, \text{Sin } 156 \,.\, \text{Sin } 576},$$

woraus abgeleitet wird

$$\text{Log } \frac{\text{Sin } 67}{\text{Sin } 12} = \text{Vorläufiger Werth} - 3{,}69\ (2) + 3{,}69\ (5) + 1{,}54\ (7) - 42{,}04\ (19) + 4{,}05\ (21) - 41{,}97\ (24) \quad 28{,}40\ (28) - 1{,}54\ (31) + 38{,}01\ (34) + 41{,}97\ (35) + 28{,}40\ (36)$$

$$= \text{V. W.} - 1{,}54\ \mathrm{I} + 1{,}54\ \mathrm{II} - 77{,}17\ \mathrm{III} + 38{,}55\ \mathrm{V} - 38{,}28\ \mathrm{VI} - 38{,}55\ \mathrm{VIII} \quad 114{,}64\ \mathrm{IX} + 13{,}98\ \mathrm{X} \quad 24{,}57\ \mathrm{XI} \quad 90{,}78\ \mathrm{XII} + 177{,}10\ \mathrm{XIII} - 332{,}70\ \mathrm{XIV} + 60504{,}65\ \mathrm{XV} + 19657{,}19\ \mathrm{XVI} - 4834{,}77\ \mathrm{XVII} \quad 1222{,}78\ \mathrm{XVIII} \quad 11949{,}49\ \mathrm{XIX};$$

und anderseits

$$\frac{\text{Sin } 67}{\text{Sin } 12} = \frac{\text{Sin } 124 \,.\, \text{Sin } 145 \,.\, \text{Sin } 517 \,.\, \text{Sin } 657}{\text{Sin } 142 \,.\, \text{Sin } 154 \,.\, \text{Sin } 175 \,.\, \text{Sin } 567},$$

woraus

$$\text{Log } \frac{\text{Sin } 67}{\text{Sin } 12} = \text{Vorläufiger Werth} + 0{,}93\ (2) - 3{,}46\ (6) + 3{,}46\ (7) - 29{,}21\ (16) + 2{,}49\ (17) + 33{,}94\ (18) - 33{,}94\ (19) + 4{,}05\ (21) + 10{,}13\ (22) \quad 10{,}13\ (25) \quad 25{,}12\ (29) - 0{,}93\ (30) + 26{,}72\ (33) - 4{,}05\ (34) + 25{,}12\ (36)$$

$$= \text{V. W.} \quad 3{,}46\ \mathrm{I} \quad 49{,}01\ \mathrm{II} + 3{,}46\ \mathrm{III} - 26{,}72\ \mathrm{IV} + 56{,}87\ \mathrm{V} \quad 24{,}19\ \mathrm{VII} \quad 137{,}04\ \mathrm{VIII} - 62{,}99\ \mathrm{IX} + 11{,}59\ \mathrm{X} - 74{,}54\ \mathrm{XI} - 37{,}36\ \mathrm{XII} \quad 353{,}86\ \mathrm{XIII} + 332{,}16\ \mathrm{XIV} + 23764{,}74\ \mathrm{XV} + 54888{,}48\ \mathrm{XVI} \quad 39821{,}33\ \mathrm{XVII} + 4724{,}61\ \mathrm{XVIII} + 6959{,}39\ \mathrm{XIX}.$$

Weiter finden wir

| | einerseits | anderseits |
|---|---|---|
| $(ll) =$ | 8396,42 | 9358,18 |

so dass wir die folgenden Normal- und Endgleichungen erhalten:

NORMAL-

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — 0,023 = | + 6 | — 2 | — 2 | + 2 | + 2 | + 2 | — 2 | — | — | — | — | — |
| + 0,358 = | | + 6 | + 2 | + 2 | — | — | — | + 2 | — | — | — | — |
| + 0,003 = | | | + 6 | — | — | + 2 | — | — | + 2 | — | — | — |
| + 0,700 = | | | | + 6 | + 2 | + 2 | — 2 | + 2 | — | — | — | — |
| + 0,046 = | | | | | + 6 | + 2 | — 2 | — 2 | — 2 | + 2 | — | — |
| + 0,611 = | | | | | | + 6 | — 2 | — | + 2 | — | — | — |
| — 0,068 = | | | | | | | + 6 | — | — | + 2 | — | — |
| + 0,735 = | | | | | | | | + 6 | — 2 | — 2 | + 2 | — |
| + 0,866 = | | | | | | | | | + 6 | + 2 | — | + 2 |
| — 0,307 = | | | | | | | | | | + 6 | + 2 | + 2 |
| + 0,276 = | | | | | | | | | | | + 6 | + 2 |
| + 0,006 = | | | | | | | | | | | | + 6 |
| + 177 = | | | | | | | | | | | | |
| + 263 = | | | | | | | | | | | | |
| — 13 = | | | | | | | | | | | | |
| — 296 = | | | | | | | | | | | | |
| + 1522 = | | | | | | | | | | | | |
| — 26 = | | | | | | | | | | | | |
| + 101 = | | | | | | | | | | | | |

END-

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — 0,023 = | + 6 | — 2,0 | — 2,0 | + 2,0 | + 2,0 | + 2,0 | — 2,0 | — | — | — | — | — |
| + 0,35033 = | | + 5,3333 | + 1,3333 | + 2,6667 | + 0,6667 | + 0,6667 | — 0,6667 | + 2,0 | — | — | — | — |
| — 0,09225 = | | | + 5,0 | — | + 0,5 | + 2,5 | — 0,5 | — 0,5 | + 2,0 | — | — | — |
| + 0,5325 = | | | | + 4,0 | + 1,0 | + 1,0 | — 1,0 | + 1,0 | — | — | — | — |
| — 0,11402 = | | | | | + 4,95 | + 0,75 | — 0,95 | — 2,15 | — 2,20 | + 2,0 | — | — |
| + 0,50513 = | | | | | | + 3,63637 | — 0,60606 | + 0,1212 | + 1,3333 | — 0,30303 | — | — |
| + 0,15433 = | | | | | | | + 4,66667 | — | — | + 2,33333 | — | — |
| + 0,40800 = | | | | | | | | + 8,7333 | + 1,0667 | — 1,0 | + 2,0 | — |
| + 0,55043 = | | | | | | | | | + 3,4286 | — 0,7143 | — 0,5714 | + 2,0 |
| — 0,07204 = | | | | | | | | | | + 3,58333 | + 2,41667 | + 2,4166 |
| + 0,19775 = | | | | | | | | | | | + 3,2035 | + 0,703 |
| — 0,30992 = | | | | | | | | | | | | + 3,049 |
| + 222 | | | | | | | | | | | | |
| + 161,5 | | | | | | | | | | | | |
| + 417,45 = | | | | | | | | | | | | |
| — 169,90 = | | | | | | | | | | | | |
| + 1619,20 = | | | | | | | | | | | | |
| + 153,96 = | | | | | | | | | | | | |
| + 298,36 = | | | | | | | | | | | | |

Die Auflösung dieser Endgleichungen giebt die Correlaten wie folgt:

| | | Log. |
|---|---|---|
| I = | — 0,51285 | 9,49551n |
| II = | — 0,11972 | 9,07816n |
| III = | — 0,09647 | 8,98439n |
| IV = | — 0,26562 | 9,42426n |
| V = | — 0,11160 | 9,04766n |
| VI = | + 0,93861 | 9,97249 |
| VII = | — 0,94967 | 9,97758n |
| VIII = | + 0,27549 | 9,44010 |
| IX = | + 0,56102 | 9,74898 |
| X = | + 0,55990 | 9,74811 |

GLEICHUNGEN.

| XIII | XIV | XV | XVI | XVII | XVIII | XIX | $\lambda_1$ | $\lambda_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| − 174 | − 142 | − 447 | − 393 | − 426 | — | — | − 1,54 | − 3,46 |
| + 208 | + 96 | — | − 961 | — | − 28 | — | + 1,54 | − 49,01 |
| + 115 | + 123 | − 1224 | — | — | — | + 27 | − 77,17 | + 3,46 |
| − 144 | − 359 | − 447 | − 2094 | − 426 | − 28 | — | — | − 26,72 |
| − 372 | − 359 | + 280 | + 244 | − 1169 | + 62 | + 46 | + 38,35 | + 56,87 |
| − 372 | + 172 | − 2648 | − 393 | − 426 | — | + 27 | − 38,28 | — |
| + 372 | + 359 | + 447 | + 393 | + 3509 | − 241 | − 241 | — | − 34,19 |
| + 351 | — | − 386 | − 1460 | + 300 | − 141 | − 16 | − 38,33 | − 137,04 |
| — | + 432 | − 1635 | − 386 | + 300 | − 62 | − 58 | − 114,64 | − 62,99 |
| — | — | + 386 | + 386 | + 804 | − 144 | − 162 | + 13,98 | + 11,59 |
| — | — | — | − 113 | − 90 | + 195 | + 33 | − 24,87 | − 74,54 |
| — | — | − 45 | — | − 90 | + 35 | + 176 | − 90,78 | − 37,36 |
| + 1523232 | + 306385 | 0 | − 701513 | + 158472 | + 8424 | — | + 177,10 | − 333,86 |
| | + 1956056 | − 1200456 | — | + 152934 | — | + 27216 | − 332,70 | + 332,16 |
| | | + 2365978 | + 466858 | − 272451 | − 4650 | − 48609 | + 60504,63 | + 23764,74 |
| | | | + 1551278 | − 254011 | − 8493 | − 3450 | + 19657,19 | + 54888,46 |
| | | | | + 1284040 | − 308479 | − 307977 | − 4834,77 | − 39821,33 |
| | | | | | + 161472 | + 67108 | − 1222,78 | + 4724,61 |
| | | | | | | + 164152 | − 11949,29 | + 6959,39 |
| | | | | | | | + 8396,42 | + 9358,18 |

GLEICHUNGEN.

| XIII | XIV | XV | XVI | XVII | XVIII | XIX | $\lambda_1$ | $\lambda_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| − 174,0 | − 142,0 | − 447,0 | − 393,0 | − 426,0 | — | — | − 1,54 | − 3,46 |
| − 130,0 | + 48,67 | − 149,0 | − 1092,0 | − 142,0 | − 28,0 | — | + 1,03 | − 30,16 |
| − 19,5 | + 63,5 | − 1335,75 | + 142,0 | − 106,5 | + 7,0 | + 27,0 | − 77,94 | + 14,85 |
| − 161,0 | − 336,0 | − 223,5 | − 1417,0 | − 213,0 | − 14,0 | — | − 0,0917 | − 9,49 |
| − 294,45 | − 240,1 | + 587,0 | + 851,53 | − 945,35 | + 68,3 | + 43,3 | + 46,32 | + 62,925 |
| − 257,64 | + 301,98 | − 1845,5 | + 28,73 | − 16,51 | − 6,848 | + 6,9394 | − 5,98 | − 6,4131 |
| − 195,09 | + 244,33 | − 105,0 | − 46,33 | + 3101,17 | − 234,33 | − 228,83 | − 0,2477 | − 19,735 |
| − 199,80 | − 56,80 | − 55,8 | − 261,5 | − 71,5 | − 92,3 | − 22,1 | − 23,30 | − 85,175 |
| − 101,30 | + 203,40 | − 167,2 | 0,0 | − 51,1 | − 5,47 | − 45,8 | − 33,03 | − 13,17 |
| − 32,40 | + 27,60 | − 2,3 | − 2,5 | − 395,7 | − 80,87 | − 80,0 | − 22,68 | − 30,29 |
| − 145,80 | + 46,00 | + 3,6 | + 28,8 | + 206,7 | + 298,0 | + 91,2 | − 5,58 | − 10,675 |
| − 69,30 | − 148,50 | + 53,3 | − 4,6 | + 161,3 | + 27,8 | + 236,7 | − 42,79 | − 6,91 |
| + 1441303 | + 298352 | − 106992 | − 669727 | − 33392 | + 40443 | + 11849 | + 3338,58 | + 8914,16 |
| | + 1790686 | − 990439 | + 55217 | − 62412 | + 3368 | + 51167 | + 3732,92 | + 3042,99 |
| | | + 384846 | + 255352 | − 218875 | − 18437 | − 25832 | + 31113,59 | + 13905,11 |
| | | | + 147843 | − 65096 | − 11377 | + 5008 | − 6548,20 | + 21770,36 |
| | | | | + 1771353 | − 187216 | − 185810 | + 16201,75 | − 2334,86 |
| | | | | | + 93737 | + 21022 | + 562,06 | + 2659,62 |
| | | | | | | + 101252 | − 6080,56 | + 4057,23 |
| | | | | | | | + 1624 | + 1622 |

| | |
|---|---|
| XI = − 0,145875 | 9,16398n |
| XII = − 0,57774 | 9,57719n |
| XIII = − 0,00025469 | 6,40601n |
| XIV = + 0,00143819 | 7,15782 |
| XV = + 0,00247621 | 7,39379 |
| XVI = − 0,00058920 | 6,77026n |
| XVII = + 0,00132698 | 7,12286 |
| XVIII = + 0,00098166 | 6,99196 |
| XIX = + 0,00294675 | 7,46954 |

und den mittleren Fehler von $\text{Log} \frac{\text{Sin } 6\,7}{\text{Sin } 1\,2} = \mu \sqrt{1625} = 40,5\,\mu$ .

Weiter giebt die Substitution die untenstehenden Correctionen:

(30) = + 0",551
(1) = — 0 ,525
(2) = — 0 ,555
(3) = 0 ,097
(4) = + 0 ,026
(5) = + 0 ,576
(31) = + 0 ,075
(6) = + 0 ,128
(7) = + 0 ,205
(8) = 0 ,409
(32) = — 0 ,561
(9) = + 0 ,088
(10) = — 0 ,155
(11) = + 0 ,144
(12) = + 0 ,071
(13) = + 0 ,211
(33) = 0 ,205
(14) = + 0 ,219
(15) = + 0",007
(16) = — 0 ,045
(17) = + 0 ,022
(34) = + 0 ,258
(18) = — 0 ,255
(19) = — 0 ,084
(20) = — 0 ,151
(21) = + 0 ,250
(35) = — 0 ,100
(22) = + 0 ,678
(23) = — 0 ,255
(24) = — 0 ,701
(25) = + 0 ,578
(36) = + 0 ,165
(26) = — 0 ,968
(27) = + 0, 155
(28) = + 0 ,459
(29) = + 0 ,209

Während ich diese Arbeit für die Presse fertig machte, fand ich in der von dem verstorbenen Herrn Soeters fertig gemachten Richtungstabelle der Beobachtungen zu Bésér einen Schreibfehler. Die Richtung nach Tanahwoelan am 25 Juni soll nämlich heissen 56',06, also um 1" grösser als oben angegeben. Dadurch wird das ar. Mittel 0",17 grösser und dies kommt unserer Fehlertabelle zu Gunsten, denn der Fehler (25) wird von + 0",578 bis auf + 0",208 heruntergebracht. Erlauben wir uns diese Aenderung, so finden wir für den mittleren Fehler einer stationsweise ausgeglichenen Richtung

$$19\,\mu^2 = [\varepsilon^2] = 3{,}5764$$

$$\mu^2 = 0{,}1882$$

$$\mu = \pm\, 0'',434$$

In Bezug auf die Basis wird also der mittlere Fehler der Seite Bésér-Soeket

$$= 40{,}3 \times \pm\, 0{,}434 = \pm\, 17{,}5$$ Einheiten der siebenten Decimalstelle

## § 15. Ausgeglichene Richtungen und Log. Sin. der Dreiecksseiten.

| Punkt. | | Richtung. | | | Log. Sin. Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1 Djoerangsapi.** | | | | | |
| 7 | Soeket | 0° | 0′ | 0″, 55 | 4,472 0456.6 | 15.8 |
| 3 | Petjaloengan | 17 | 4 | 15 , 04 | 3,999 2280.7 | 1.8 |
| 5 | Tanahwoelan | 87 | 28 | 0 , 04 | 4,579 8270.7 | 10.2 |
| 2 | Tangsil | 100 | 0 | 17 , 55 | 3,702 4957.7 | 0.5 |
| 4 | Poetri | 165 | 55 | 55 , 01 | 3,929 7475.1 | 1.5 |
| 6 | Bèsèr | 167 | 55 | 5 , 41 | 4,049 6481.4 | 2.5 |
| | **2 Tangsil.** | | | | | |
| 6 | Bèsèr | 0° | 0′ | 0″, 075 | 4,016 5715.9 | 2.0 |
| 4 | Poetri | 5 | 8 | 58 , 51 | 3,887 5400.0 | 1.1 |
| 1 | Djoerangsapi | 85 | 48 | 59 , 89 | 3,702 4957.7 | 0.5 |
| 3 | Petjaloengan | 154 | 45 | 57 , 58 | 4,025 9150.1 | 2.1 |
| | **3 Petjaloengan.** | | | | | |
| 7 | Soeket | 359° | 59′ | 59″, 64 | 4,507 9541.1 | 7.4 |
| 5 | Tanahwoelan | 120 | 15 | 45 , 66 | 4,555 4857.1 | 9.2 |
| 2 | Tangsil | 177 | 14 | 40 , 80 | 4,025 9150.1 | 2.1 |
| 6 | Bèsèr | 189 | 45 | 55 , 56 | 4,511 6775.0 | 7.5 |
| 4 | Poetri | 189 | 58 | 57 , 15 | 4,248 1890.8 | 5.8 |
| 1 | Djoerangsapi | 205 | 21 | 41 , 14 | 3,999 2280.7 | 1.8 |
| | **4 Poetri.** | | | | | |
| 1 | Djoerangsapi | 359° | 59 | 59″, 80 | 3,929 7475.1 | 1.5 |
| 7 | Soeket | 12 | 47 | 49 , 56 | 4,578 4848.6 | 25.7 |
| 3 | Petjaloengan | 18 | 7 | 55 , 94 | 4,248 1890.8 | 5.8 |
| 2 | Tangsil | 55 | 47 | 0 , 855 | 3,887 5400.0 | 1.1 |
| 5 | Tanahwoelan | 85 | 16 | 42 , 14 | 4,569 9017.4 | 9.9 |
| | **5 Tanahwoelan.** | | | | | |
| 6 | Bèsèr | 0° | 0′ | 0″, 24 | 4,591 9840.5 | 10.9 |
| 4 | Poetri | 5 | 58 | 57 , 01 | 4,566 9017.4 | 9.9 |
| 1 | Djoerangsapi | 26 | 56 | 20 , 20 | 4,579 8270.7 | 10.2 |
| 3 | Petjaloengan | 51 | 6 | 58 , 29 | 4,555 4857.1 | 9.2 |
| 7 | Soeket | 79 | 10 | 53 , 25 | 4,571 7157.5 | 24.9 |

| Punkt. | Richtung. | | | Log. Sin Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|---|
| | **6 Bèsèr.** | | | | |
| 1 Djoerangsapi | 359° | 59′ | 59″, 90 | 4,049 6481.4 | 2.5 |
| 7 Soeket | 9 | 2 | 51 , 28 | 4,609 2811.7 | 29.6 |
| 3 Petjaloengan | 15 | 55 | 4 , 095 | 4,511 6775.0 | 7.5 |
| 2 Tangsil | 26 | 58 | 52 , 14 | 4,016 5715.9 | 2.0 |
| 5 Tanahwoelan | 75 | 18 | 55 , 25 | 4,591 9840.5 | 10.9 |
| | **7 Soeket.** | | | | |
| 5 Tanahwoelan | 0° | 0′ | 0″, 165 | 4,571 7157.5 | 24.9 |
| 3 Petjaloengan | 51 | 40 | 2 , 22 | 4,507 9541.1 | 7.4 |
| 4 Poetri | 56 | 18 | 55 , 495 | 4,578 4848.6 | 25.7 |
| 6 Bèsèr | 56 | 55 | 5 , 51 | 4,609 2811.7 | 29.6 |
| 1 Djoerangsapi | 59 | 57 | 29 , 26 | 4,472 0456.6 | 15.8 |

# NACHTRÄGE.

## I. Verbesserung der Ausgleichung des ersten Basisnetzes von Simplak für die Höhe der Stationen über das Meeresniveau.

Bei der in § 5 enthaltenen Ausgleichung des Verbindungsnetzes zwischen der Basis von Simplak I IV und der Seite Poetri-Salak, welche, kurz nachdem ich die Neuberechnung der Triangulation van Java übernommen hatte, ausgeführt wurde, war die Correction der Richtungen wegen der Höhen der anvisirten Stationen über das Meeresniveau vernachlässigt worden, und anfangs hatte ich nicht die Absicht, die Ausgleichung in dieser Hinsicht zu überarbeiten. Es kam mir aber später der Gedanke, dass die vernachlässigte Correction vielleicht einen nicht ganz unmerkbaren Einfluss auf das Resultat, die Lange der Seite Poetri Salak, ausüben könne.

Bei einem Azimuth des anvisirten Objects von 0°, 90°, 180° und 270° ist die Correction für Höhe nämlich = 0, erreicht aber ihr Maximum in den zwischenliegenden Azimuthen von 45°, 135°, 225° und 315°. Die höchsten Gipfel auf Java, der Smeroe, der Lawoe und der Slamat, erreichen eine Höhe von beinahe 3600 Metern, und so kann die Höhe-Correction auf dieser Insel ± 0".38 erreichen. Nun ist gerade im Dreiecke Mentjeré-Poetri-Salak das Azimuth der Station Salak, welche eine Höhe von 2210 Meter besitzt, von Mentjeré und Poetri aus = 150° 38' resp. 211° 43'; die Correction für M S war also negativ, für P S aber positiv; beide Correctionen gaben aber Verkleinerungen der Winkel P M S und M P S; zwar erleidet der Winkel am Salak derselben Ursache wegen eine Vergrösserung, diese reicht aber, der relativ geringeren Höhe der Stationen Mentjeré und Poetri wegen, nicht aus, um die gestörte Gleichheit der Winkelsumme mit 180 + ε wieder herzustellen.

Da eine vorläufige Rechnung ergab, dass der Einfluss auf log. Poetri Salak einige Einheiten der 7ten Decimalstelle betragen kann, unternahm ich die genaue Berechnung der Correctionen und ihres Einflusses. Indem für jede Beobachtungs-Station die sämmtlichen Correctionen mit der Correction für die Nullrichtung vermindert wurde, blieben noch Correctionen übrig, welche den früher angenommenen (1), (2) . . . . entsprachen und welche ich (1)', (2)', . . . . nannte. Die folgende Tabelle enthält die gefundenen Werthe:

| Richtung. | Azimuth. | Höhe des anvisirten Objects in Metern. | Correction für Höhe. | Abgeleitet. | Nachträgliche, durch die Bedingungsgleichungen gebotene Correctionen. |
|---|---|---|---|---|---|
| I IV. | 179° 7' | 195 | − 0",0006 | | |
| „ Tjitjadas. | 236 25 | 239 | + 0 ,0235 | (1)' = + 0",0241 | (1)" = 0",0031 |
| „ Boeboet. | 289 56 | 260 | − 0 ,0177 | (2)' = − 0 ,0171 | (2)" = − 0 ,0004 |
| IV I. | 359 7 | 157 | − 0 ,0005 | | |
| „ Salak I. | 190 15 | 2210 | + 0 ,0822 | (3)' = + 0 ,0827 | (3)" = − 0 ,0065 |
| „ Tjitjadas. | 257 0 | 239 | + 0 ,0111 | (4)' = + 0 ,0116 | (4)" = 0 ,0021 |
| „ Mentjeré. | 296 55 | 590 | 0 ,0507 | (5)' = − 0 ,0502 | (5)" = 0 ,0158 |
| „ Boeboet. | 329 39 | 260 | 0 ,0258 | (6)' = 0 ,0253 | (6)" = 0 ,0037 |

| Richtung. | | Azimuth. | | Höhe des anvisirten Objects in Metern. | Correction für Höhe. | Abgeleitet. | Nachträgliche, durch die Bedingungsgleichungen gebotene Correctionen. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Boeboet | Poetri | 72° | 1′ | 190 | + 0″,0118 | | |
| „ | I | 109 | 56 | 157 | — 0 ,0107 | (7)′ = — 0″,0225 | (7)″ = + 0″,0112 |
| „ | IV | 145 | 39 | 195 | — 0 ,0194 | (8)′ = — 0 ,0312 | (8)″ = + 0 ,0159 |
| „ | Salak I | 179 | 3 | 2210 | — 0 ,0078 | (9)′ = — 0 ,0196 | (9)″ = + 0 ,0304 |
| „ | Tjitjadas | 217 | 31 | 239 | + 0 ,0246 | (10)′ = + 0 ,0128 | (10)″ = + 0 ,0174 |
| „ | Mentjeré | 285 | 27 | 590 | — 0 ,0322 | (11)′ = — 0 ,0440 | (11)″ = + 0 ,0206 |
| Tjitjadas | Mentjeré | 321 | 26 | 590 | — 0 ,0612 | | |
| „ | Boeboet | 37 | 31 | 260 | + 0 ,0268 | (12)′ = + 0 ,0880 | (12)″ = — 0 ,0161 |
| „ | I | 56 | 25 | 157 | + 0 ,0151 | (13)′ = + 0 ,0766 | (13)″ = — 0 ,0077 |
| „ | Poetri | 60 | 55 | 190 | + 0 ,0172 | (14)′ = + 0 ,0784 | (14)″ = — 0 ,0221 |
| „ | IV | 77 | 0 | 195 | + 0 ,0091 | (15)′ = + 0 ,0703 | (15)″ = — 0 ,0128 |
| Mentjeré | Poetri | 86 | 53 | 190 | + 0 ,0022 | | |
| „ | Hambalang | 103 | 45 | 625 | — 0 ,0307 | (16)′ = — 0 ,0329 | (16)″ = + 0 ,0066 |
| „ | Boeboet | 105 | 27 | 260 | — 0 ,0142 | (17)′ = — 0 ,0164 | (17)″ = + 0 ,0030 |
| „ | IV | 116 | 55 | 195 | — 0 ,0167 | (18)′ = — 0 ,0189 | (18)″ = + 0 ,0009 |
| „ | Tjitjadas | 141 | 26 | 239 | — 0 ,0248 | (19)′ = — 0 ,0270 | (19)″ = — 0 ,0046 |
| „ | Salak I | 150 | 38 | 2210 | — 0 ,2011 | (20)′ = — 0 ,2033 | (20)″ = + 0 ,0550 |
| „ | Uitkijk Batavia | 31 | 3 | 23 | + 0 ,0021 | (21)′ = — 0 ,0001 | (21)″ = + 0 ,0080 |
| Poetri | Dago | 283 | 36 | 186 | — 0 ,0080 | | |
| „ | Salak I | 211 | 43 | 2210 | + 0 ,2105 | (22)′ = + 0 ,2195 | (22)″ = — 0 ,0397 |
| „ | Tjitjadas | 240 | 55 | 239 | + 0 ,0216 | (23)′ = + 0 ,0306 | (23)″ = + 0 ,0197 |
| „ | Boeboet | 252 | 4 | 260 | + 0 ,0162 | (24)′ = + 0 ,0252 | (24)″ = + 0 ,0103 |
| „ | Mentjeré | 266 | 53 | 590 | + 0 ,0068 | (25)′ = + 0 ,0158 | (25)″ = + 0 ,0096 |
| Salak I | Poetri | 31 | 43 | 190 | + 0 ,0181 | | |
| „ | Sangaboewana | 75 | 49 | 1291 | + 0 ,0660 | (26)′ = + 0 ,0479 | (26)″ = — 0 ,1040 |
| „ | Telaga | 148 | 27 | 1082 | — 0 ,1030 | (27)′ = — 0 ,1211 | (27)″ = — 0 ,1040 |
| „ | Mentjeré | 330 | 38 | 590 | — 0 ,0538 | (28)′ = — 0 ,0719 | (28)″ = — 0 ,2308 |
| „ | Boeboet | 359 | 3 | 260 | — 0 ,0009 | (29)′ = — 0 ,0190 | (29)″ = — 0 ,1314 |
| „ | IV | 10 | 15 | 195 | + 0 ,0073 | (30)′ = — 0 ,0108 | (30)″ = — 0 ,0510 |

Wandte man aber die Correctionen (1)′, (2)′, . . . . an, so wurde den Bedingungsgleichungen nicht mehr genügt und so mussten, auf genau demselben Wege wie früher die Correctionen (1), (2), . . . . , neue Correctionen (1)″, (2)″, . . . . . gesucht werden. Dazu mussten die Höhencorrectionen (1)′, (2)′, . . . . . in die früheren Bedingungsgleichungen, ohne Hinzufügung des constanten Gliedes, substituirt werden. Die kommenden Zahlen stellten die constanten Glieder der auf 0 reducirten neuen Normalgleichungen zwischen den Correlaten dar, welche selbst aber ihre früheren Coefficienten behielten. Schreibt man die Gleichungen aber wie früher, so musste das Vorzeichnen des constanten Gliedes umgekehrt werden, und so entstanden die nachstehenden ersten Theile der Normalgleichungen, denen ich die daraus zunächst abgeleiteten ersten Theile der Endgleichungen beifüge:

## ERSTE THEILE.

| der Normalgleichungen | der Endgleichungen |
|---|---|
| + 0″,0005 | + 0″,0005 |
| — 0 ,0062 | — 0 ,0064 |
| — 0 ,0106 | — 0 ,0140 |
| + 0 ,0206 | + 0 ,0136 |
| + 0 ,0004 | — 0 ,0053 |
| + 0 ,0182 | + 0 ,0250 |
| — 0 ,0366 | — 0 ,0204 |
| — 0 ,1584 | — 0 ,15985 |
| — 0 ,0882 | — 0 ,1676 |
| + 0 ,1949 | + 0 ,2195 |

| der Normalgleichungen | der Endgleichungen |
|---|---|
| − 1 ,09 | − 0 ,415 |
| + 0 ,20 | + 0 ,57 |
| + 6 ,18 | + 2 ,71 |
| — 0 ,34 | — 0 ,67 |
| — 0 ,24 | + 1 ,11 |

Für die Correlaten und ihre Logarithmen fand sich

| | | |
|---|---|---|
| I′ = + 0,0046 | Log. . . . | 7,6628 |
| II′ = − 0,0117 | | 8,0680n |
| III′ = + 0,0644 | | 8,8089 |
| IV′ = + 0,0866 | | 8,9375 |
| V′ = − 0,1064 | | 9,0269n |
| VI′ = − 0,1497 | | 9,1752n |
| VII′ = − 0,0797 | | 8,9015n |
| VIII′ = − 0,2630 | | 9,4200n |
| IX′ = − 0,0249 | | 8,396n |
| X′ = + 0,2251 | | 9,3524 |
| XI′ = − 0,0001076 | | 6,0318n |
| XII′ = + 0,000863 | | 6,936 |
| XIII′ = + 0,000764 | | 6,883 |
| XIV′ = − 0,000363 | | 6,560n |
| XV′ = + 0,00052 | | 6,714 |

und für die Correctionen (1)″, (2)″ . . . . die bereits in der letzten Columne der obenstehenden Tabelle mitgetheilten Zahlen.

Es waren früher an die durch die Stations-Ausgleichungen gefundenen Richtungen nur die Correctionen (1), (2) . . . . angebracht; die auf diese Weise verbesserten Richtungen sind aber jetzt verfallen, weil noch die Correctionen (1)′ + (1)″, (2)′ + (2)″, . . . . hinzukommen. Die neuen Richtungen thun ebenso wie die früheren, hier weggelassenen, den Bedingungsgleichungen vollkommen Genüge. Für die Berechnung der Seiten wurden die Winkel der Dreiecke mit $\frac{1}{3}\,\varepsilon$ vermindert, ferner die Logarithmen der Sinus (wie früher) zehnstellig aus Gellibrand's Trigonometria Britannica entlehnt, und die letzte Decimale vernachlässigt. Demgemäss wurden die untenstehenden Zahlen erhalten, denen wir noch den Einfluss, $\Delta$, der Correction auf die Log. der Entfernungen hinzufügen, welche letztere auch noch mittels der Differenzen der log. Sin. für 1″ controllirt wurden:

## AUSGEGLICHENE RICHTUNGEN UND ENTFERNUNGEN DER DREIECKSPUNKTE.

| | | | | Log. Entfernung | Δ |
|---|---|---|---|---|---|
| **Punkt I.** | | | | | |
| Punkt IV | 0° | 0′ | 0″,0000 | 3,589 6922.75 | 0.00 |
| Tjitjadas | 57 | 17 | 21 ,8368 | 4,033 8268.86 | + 0.68 |
| Boeboet | 110 | 18 | 47 ,6237 | 3,565 0389.88 | + 0.80 |
| **Punkt IV.** | | | | | |
| Punkt I | 0° | 0′ | 0″,0000 | 3,589 6922.75 | 0.00 |
| Salak I | 191 | 8 | 9 ,6890 | 4,246 0462.26 | − 9.28 |
| Tjitjadas | 257 | 52 | 31 ,9832 | 3,968 6321.04 | + 0.92 |
| Mentjeré | 297 | 47 | 33 ,6265 | 4,305 8936.29 | + 0.97 |
| Boeboet | 326 | 31 | 39 ,9087 | 3,794 1600.52 | + 0.25 |

## Boeboet.

| Station | ° | ' | " | Log. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Poetri | 0° | 0' | 0",0000 | 4,272 7015.42 | + | 1.22 |
| Punkt I | 37 | 52 | 2 ,1723 | 3,565 0389.88 | + | 0.80 |
| Punkt IV | 73 | 34 | 54 ,4916 | 3,794 1600.52 | + | 0.25 |
| Salak I | 106 | 58 | 39 ,1656 | 4,351 8487.54 | — | 7.39 |
| Tjitjadas | 145 | 26 | 33 ,7374 | 3,959 9003.41 | + | 0.35 |
| Mentjeré | 213 | 23 | 21 ,4894 | 4,178 0215.09 | + | 1.26 |

## Tjitjadas.

| Station | ° | ' | " | Log. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mentjeré | 0° | 0' | 0",0000 | 4,157 9674.89 | + | 0.44 |
| Boeboet | 76 | 4 | 50 ,3534 | 3,959 9003.41 | + | 0.35 |
| Punkt I | 94 | 58 | 53 ,0832 | 4,033 8268.86 | + | 0.80 |
| Poetri | 99 | 29 | 25 ,0378 | 4,427 3404.71 | + | 1.04 |
| Punkt IV | 115 | 34 | 3 ,3197 | 3,968 6321.04 | + | 0.92 |

## Mentjeré.

| Station | ° | ' | " | Log. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Poetri | 0° | 0' | 0",0000 | 4,510 4938.47 | + | 1.31 |
| Hambalang | 16 | 52 | 26 ,4923 | | | |
| Boeboet | 18 | 33 | 35 ,1651 | 4,178 0215.09 | + | 1.26 |
| Punkt IV | 30 | 1 | 2 ,0399 | 4,305 8936.29 | + | 0.97 |
| Tjitjadas | 54 | 31 | 57 ,3849 | 4,157 9674.89 | + | 0.44 |
| Salak I | 63 | 45 | 24 ,0372 | 4,482 8116.09 | — | 4.47 |
| Uitkijk Batavia | 304 | 10 | 57 ,8517 | | | |

## Poetri.

| Station | ° | ' | " | Log. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dago | 0° | 0' | 0",0000 | | | |
| Salak I | 288 | 5 | 46 ,7480 | 4,521 2015.05 | — | 3.74 |
| Tjitjadas | 317 | 18 | 30 ,0241 | 4,427 3404.71 | + | 1.04 |
| Boeboet | 328 | 27 | 21 ,8500 | 4,272 7015.42 | + | 1.22 |
| Mentjeré | 343 | 17 | 8 ,5705 | 4,510 4938.47 | + | 1.31 |

## Salak I.

| Station | ° | ' | " | Log. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Poetri | 0° | 0' | 0",0000 | 4,521 2015.05 | — | 3.74 |
| Sangaboewana I | 43 | 56 | 21 ,9814 | | | |
| Telaga | 116 | 37 | 42 ,2429 | | | |
| Mentjeré | 298 | 56 | 43 ,6058 | 4,482 8116.09 | — | 4.47 |
| Boeboet | 327 | 20 | 13 ,2397 | 4,351 8487.54 | — | 7.39 |
| Punkt IV | 338 | 32 | 58 ,5428 | 4,216 0462.26 | — | 9.28 |

Linear ist der gesuchte Einfluss auf die Seite Poetri Salak I = — 28,6 Millimeter oder — $\frac{1}{1\,161\,000}$ des Ganzen, d. h. auf die ganze Länge Java's etwa ein Meter.

Durch ein Versehen ist in diesem Bericht, S. 59, bei der Mittheilung der Log. Sin. der Seiten des Verbindungsnetzes von der secundären Seite Poetri-Salak mit der primären Seite Telaga-Sangaboewana I, schon der im obenstehenden abgeleitete Log. Sin. der Seite Poetri Salak I zu Grunde gelegt.

## II. Ausgleichung des zweiten Basisnetzes von Simplak, indem die Richtung Salak I.— Sangaboewana I verworfen wird.

Jedem Leser muss die Correction der Richtung (1), S. 57, Salak I—Sangaboewana I, ungeachtet ihres kleinen Gewichtes, auffallend gross erschienen sein. Ein Fehler von 4",161 ist für ein Mittel aus sechs Sätzen mit einem 8 zölligen Universal-Instrument, etwas Unerhörtes. Derselbe entspricht, in der Entfernung von Salak I—Sangaboewana I, 1,12 Meter. In diesem Falle ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass der Heliotropist an der letztgenannten Station, wahrscheinlich ein Eingeborener, des einen oder anderen Beweggrundes wegen, nicht aus dem Pfeiler, sondern aus einem nebenliegenden Punkte heliotropirt hat. Derartige Fälle sind vereinzelt auf Java vorgekommen; einmal sogar, als der Heliotropist während der Beobachtungen seinen Standpunkt änderte, bemerkte der Beobachter, Herr Metzger, es gleich selbst an der Ablesung des Instruments.

Als die Ausgleichung eben verrichtet war, stellte ich mich jedoch mit dem Resultat zufrieden, in dem ja eben die Correction — 4",161 bestimmt war, jene Richtung zu einem plausibelen Werthe zurückzubringen; jetzt aber, nach der Vollendung der Rechnungen, erachtete ich es doch der Mühe werth zu untersuchen, welchen Einfluss ein völliges Verwerfen der gerügten Richtung auf das End-Resultat, den Log. Sin. Telaga—Sangaboewana I, haben würde.

In den Dreiecken 1 2 5 und 1 5 7 werden dann die Winkel an 1 (Salak I) abgeleitet, und ihre Summe dem Winkel 2 1 7, S. 46, gleich gestellt. Die Winkelgleichungen I und II verfallen, und III, IV und V können also fortan I, II und III genannt werden.

Es wurde also abgeleitet:

5 1 2 = 43° 56′ 29″,44 + (3) — (4) + (5) + (11) — (13),
5 1 7 = 72 41 14 ,70 + (9) — (11) + (18) — (20);

es war aber gemessen

2 1 7 = 116° 37′ 42″,47 + (2).

Wir erhalten also die Gleichung

IV . . . . . 0 = — 1,67 + (2) — (3) + (4) — (5) — (9) + (13) — (18) + (20).

Die Gleichungen (VI), (VII) und (VIII) werden nun (V), (VI) und (VII).

Die mittlere dieser drei kann unverändert übernommen werden, die erste und letzte aber erleiden durch die geänderten Winkel 2 1 5 und 5 1 7 entsprechende Aenderungen. Es wird nämlich

Log. Sin. 2 1 5 = 9,841 3116 8 + 21.8 {(3) — (4) + (5) + (11) — (13)},
Comp. Log. Sin. 5 1 7 = 0,020 1351 8 + 6.5 {— (9) + (11) — (18) + (20)},

und somit waren die aufzulösenden Gleichungen die folgenden:

(I) + (5) — (6) + (10) — (13) + (15) — (16) + 1,23 = 0

(II) + (4) — (6) — (14) + (15) — (21) + (23) — 1,62 = 0

(III) + (9) — (10) + (16) — (17) + (19) — (20) — 0,36 = 0

(IV) + (2) — (3) + (4) — (5) — (9) + (13) — (18) + (20) — 1,67 = 0

(V) + 181 (3) — 181 (4) + 34 (5) + 117 (6) — 65 (9) + 283 (11) — 218 (13) + 84 (15) + 93 (16) — 177 (17) — 172 (18) + 425 (19) — 253 (20) + 454 = 0

(VI) + 132 (4) — 44 (5) — 88 (7) — 138 (10) + 780 (12) — 612 (13) — 316 (14) + 430 (15) — 84 (16) — 641 (21) + 982 (22) — 341 (23) + 1100 = 0

(VII) — 288 (3) + 288 (4) — 262 (5) — 26 (7) + 764 (8) — 508 (11) + 780 (12) — 272 (13) — 1683 = 0

## DARSTELLUNG DER CORRECTIONEN DURCH DIE CORRELATEN.

(1) fällt weg.
(2) = IV (Gewicht von (2) = $^1/_2$)
(3) = — IV + 181 V — 288 VII
(4) = II + IV — 181 V + 132 VI + 288 VII
(5) = I — IV + 34 V — 44 VI — 262 VII
(6) = — I — II + 147 V
(7) = — 88 VI — 26 VII
(8) = 764 VII
(9) = III — IV — 65 V
(10) = I — III — 138 VI
(11) = 283 V — 508 VII
(12) = 780 VI + 780 VII
(13) = — I + IV — 218 V — 642 VI — 272 VII
(14) = — II — 346 VI
(15) = I + II + 84 V + 430 VI
(16) = — I + III + 93 V — 84 VI
(17) = — III — 177 V
(18) = — IV — 172 V
(19) = III + 425 V
(20) = — III + IV — 253 V
(21) = — II — 641 VI
(22) = + 982 VI
(23) = II — 341 VI

### NORMALGLEICHUNGEN.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — 1,23 = | + 6 | + 2 | — 2 | — 2 | + 96 | + 974 | + 10 |
| + 1,62 = | | + 6 | 0 | + 1 | — 244 | + 1208 | + 288 |
| + 0,36 = | | | + 6 | — 2 | + 883 | + 54 | 0 |
| + 1,67 = | | | | + 10 | — 630 | — 166 | + 566 |
| — 454 = | | | | | + 541377 | + 142876 | — 197632 |
| — 1100 = | | | | | | + 2869870 | + 834856 |
| + 1683 = | | | | | | | + 1759352 |

### ENDGLEICHUNGEN.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — 1,23 = | + 6 | + 2 | — 2 | — 2 | + 96 | + 974 | + 10 |
| + 2,03 = | | + 5,333 | + 0,667 | + 1,6667 | — 276 | + 883,33 | + 284,67 |
| — 0,30375 = | | | + 5,25 | — 2,875 | + 949,5 | + 268,25 | — 32,25 |
| + 0,45927 = | | | | + 7,2381 | + 8,21 | — 270,47 | + 462,71 |
| — 274,85 = | | | | | + 353829 | + 124798 | — 177752 |
| — 1106,93 = | | | | | | + 2497620 | + 867715 |
| + 1791,95 = | | | | | | | + 1323608 |

RESULTIRENDE WERTHE DER CORRELATE:

| | | | |
|---|---|---|---|
| I | = − 0,27302 | Log. . . . | 9,43619n |
| II | = + 0,49871 | | 9,69785 |
| III | = − 0,075136 | | 8,87585n |
| IV | = − 0,057188 | | 8,75958n |
| V | = + 0,00022554 | | 6,35323 |
| VI | = − 0,00091354 | | 6,96073n |
| VII | = + 0,00135384 | | 7,13157 |

RESULTIRENDE WERTHE FÜR DIE VERBESSERUNGEN DER RICHTUNGEN.

| Correction. | Frühere Ausgleichung, s. S. 57. | Jetzige Ausgleichung. | Unterschied. | Correction. | Frühere Ausgleichung, s. S. 57. | Jetzige Ausgleichung. | Unterschied. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) Gew. $^1/_3$ | − 4",16 | − 4",91 | + 0",75 | (13) | + 0",51 | + 0",39 | − 0",12 |
| (2) ( „ $^1/_2$ ) | − 0 ,57 | − 0 ,17 | + 0 ,40 | (14) | − 0 ,15 | − 0 ,18 | − 0 ,03 |
| (3) | − 0 ,44 | − 0 ,29 | + 0 ,15 | (15) | − 0 ,05 | − 0 ,15 | − 0 ,10 |
| (4) | + 0 ,78 | − 0 ,67 | + 0 ,11 | (16) | + 0 ,16 | + 0 ,30 | + 0 ,14 |
| (5) | − 0 ,72 | − 0 ,52 | + 0 ,20 | (17) | + 0 ,04 | + 0 ,03 | − 0 ,01 |
| (6) | − 0 ,10 | − 0 ,19 | − 0 ,09 | (18) | + 0 ,04 | + 0 ,02 | − 0 ,02 |
| (7) | + 0 ,04 | − 0 ,04 | 0 ,00 | (19) | + 0 ,18 | + 0 ,02 | − 0 ,16 |
| (8) | − 0 ,89 | − 1 ,03 | + 0 ,14 | (20) | − 0 ,23 | − 0 ,04 | + 0 ,19 |
| (9) | − 0 ,07 | − 0 ,03 | + 0 ,04 | (21) | + 0 ,09 | + 0 ,09 | 0 ,00 |
| (10) | + 0 ,10 | − 0 ,07 | − 0 ,17 | (22) | − 0 ,82 | − 0 ,90 | − 0 ,08 |
| (11) | − 0 ,80 | − 0 ,62 | + 0 ,18 | (23) | + 0 ,73 | + 0 ,81 | 0 ,08 |
| (12) | + 0 ,26 | − 0 ,34 | + 0 ,08 | | | | |

Frühere Ausgleichung.

$$[\mu\varepsilon^2] = 8\,\mu^2 = 6{,}17\,,$$
$$\mu^2 = 0{,}81\,,$$
$$\mu = \pm\, 0'',90.$$

Jetzige Ausgleichung.

$$[\mu\varepsilon^2] = 7\,\mu^2 = 4{,}21\,,$$
$$\mu^2 = 0{,}60\,,$$
$$\mu = \pm\, 0{,}77.$$

Der mittlere Fehler jeder Richtung wird also durch das Verwerfen der verdächtigen Richtung Salak I—Sangaboewana I etwas verbessert, die Unterschiede zwischen den beiden Ausgleichungen sind aber doch überhaupt geringe. Wir finden nämlich für die Log. Sin. der Dreiecksseiten die folgenden Uebermaasse der neuen Ausgleichung über die frühere:

| Seite. | Uebermaass. in Einheiten der 7ten Decimalstelle des Log. | Uebermaass. in Metern. | Seite. | Uebermaass. in Einheiten der 7ten Decimalstelle des Log. | Uebermaass. in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 2 | 0.0 | 0 | 4 5 | + 21.5 | + 0,20 |
| 1 5 | + 10.2 | + 0,13 | 4 8 | + 16.1 | + 0,14 |
| 1 7 | + 11.1 | + 0,11 | | | |
| | | | 5 6 | + 18.2 | + 0,14 |
| 2 8 | + 18.0 | + 0,14 | 5 7 | + 5.7 | + 0,08 |
| 2 5 | + 24.7 | + 0,22 | | | |
| 2 6 | + 23.6 | + 0,19 | 6 7 | − 6.9 | − 0,05 |
| 2 4 | + 9.3 | + 0,02 | 6 8 | + 20.5 | + 0,28 |
| 3 4 | − 0.8 | − 0,00 | | | |

Die primäre Seite 5 7, Sangaboewana I—Telaga, deren Bestimmung der Endzweck dieses Netzes war, wird also, durch die geänderte Ausgleichung, bei einer Länge von 59505 Metern, um 0,08 Meter, verlängert. Zusammen geben die im vorigen Nachtrage und die in diesem besprochenen Correctionen + 5,7 − 3,7 = + 2,0 Einheiten der siebenten Decimalstelle.

## III. Vergleichung der Resultate der beiden Ausgleichungen des Basisnetzes von Tangsil.

Im Texte, S. 137, haben wir über diese beide Ausgleichungen bereits das Nöthige mitgetheilt. Wir werden uns also jetzt begnügen, die beiden Systeme der Resultate zur Vergleichung neben einander zu stellen.

| Corr. | 1e Ausgleichung. | | 2e Ausgleichung. | Unterschied | Corr. | 1e Ausgleichung. | | 2e Ausgleichung. | Unterschied |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | a | b | (S. 150) | 2e—1e Ausgleichung. | | a | b. | (S. 150) | 2e—1e Ausgleichung. |
| (30) | 0",00 | + 0",21 | + 0",35 | + 0",11 | (34) | 0",00 | + 0",15 | + 0",24 | + 0",09 |
| (1) | — 0 ,64 | — 0 ,40 | — 0 ,31 | + 0 ,09 | (18) | — 0 ,38 | — 0 ,23 | — 0 ,25 | — 0 ,02 |
| (2) | — 0 ,49 | — 0 ,25 | — 0 ,33 | — 0 ,08 | (19) | — 0 ,14 | + 0 ,01 | — 0 ,08 | — 0 ,09 |
| (3) | — 0 ,28 | — 0 ,04 | — 0 ,10 | — 0 ,06 | (20) | — 0 ,39 | — 0 ,24 | — 0 ,15 | + 0 ,09 |
| (4) | — 0 ,15 | + 0 ,09 | + 0 ,03 | — 0 ,06 | (21) | + 0 ,16 | + 0 ,31 | + 0 ,25 | — 0 ,06 |
| (5) | + 0 ,11 | + 0 ,35 | + 0 ,38 | + 0 ,03 | | | | | |
| | | | | | (35) | 0 ,00 | + 0 ,10 | — 0 ,10 | — 0 ,20 |
| (31) | 0 ,00 | — 0 ,01 | + 0 ,08 | + 0 ,17 | (22) | + 0 ,52 | + 0 ,62 | + 0 ,68 | + 0 ,06 |
| (6) | + 0 ,19 | + 0 ,18 | + 0 ,13 | — 0 ,05 | (23) | — 0 ,38 | — 0 ,28 | — 0 ,26 | + 0 ,02 |
| (7) | + 0 ,42 | + 0 ,41 | + 0 ,21 | — 0 ,20 | (24) | — 0 ,84 | — 0 ,74 | — 0 ,70 | + 0 ,04 |
| (8) | — 0 ,57 | — 0 ,58 | — 0 ,41 | + 0 ,17 | (25) | + 0 ,20 | + 0 ,30 | + 0 ,38 | + 0 ,08 |
| (32) | 0 ,00 | — 0 ,16 | — 0 ,36 | — 0 ,20 | (36) | 0 ,00 | + 0 ,10 | + 0 ,17 | + 0 ,07 |
| (9) | + 0 ,25 | + 0 ,09 | + 0 ,09 | 0 ,00 | (26) | — 0 ,88 | — 0 ,78 | — 0 ,97 | — 0 ,19 |
| (10) | — 0 ,15 | — 0 ,31 | — 0 ,15 | + 0 ,16 | (27) | — 0 ,03 | + 0 ,07 | + 0 ,13 | + 0 ,06 |
| (11) | + 0 ,21 | + 0 ,05 | + 0 ,14 | + 0 ,09 | (28) | + 0 ,24 | + 0 ,34 | + 0 ,46 | + 0 ,12 |
| (12) | + 0 ,19 | + 0 ,03 | + 0 ,07 | + 0 ,04 | (29) | + 0 ,15 | + 0 ,25 | + 0 ,21 | — 0 ,04 |
| (13) | + 0 ,15 | + 0 ,29 | + 0 ,21 | — 0 ,08 | | | | | |
| (33) | 0 ,00 | — 0 ,01 | — 0 ,20 | — 0 ,19 | | | | | |
| (14) | + 0 ,12 | + 0 ,11 | + 0 ,22 | + 0 ,11 | | | | | |
| (15) | + 0 ,05 | — 0 ,06 | — 0 ,01 | + 0 ,07 | | | | | |
| (16) | — 0 ,03 | — 0 ,04 | — 0 ,04 | 0 ,00 | | | | | |
| (17) | + 0 ,03 | + 0 ,02 | + 0 ,02 | 0 ,00 | | | | | |

Die Columne a enthält die erhaltenen Correctionen, die Columne b dieselben, nachdem eine für jede Station constante Zahl hinzugefügt worden ist, damit die Summe der Correctionen = 0 werde. Der durchschnittliche Unterschied, ohne Berücksichtigung der Vorzeichen, ist noch nicht 0",09. Auf die primäre Seite 6 7, Bèsèr-Soeket, hat die geänderte Ausgleichungsmethode zufälligerweise keinen Einfluss, ebensowenig wie auf die secundäre Seite 5 6; nur die Seite 5 7, wurde, auf 37 300 Meter, bei der zweiten Ausgleichung um 46 Millimeter d. h. 1,25 Milliontel kürzer gefunden, als bei der ersten.

## IV. Die Fehler der Theilstriche auf den Glasplatten der Zinkstangen, sowohl der Messstangen als des Normalmeters.

Die Entdeckung, (1e Abth. S. 18), dass an der Seite des Normalmeters, wo Stahl- und Zinkstange mit einander verbunden sind, bei uns der rechten Seite, die zwei Theilungsintervalle an beiden Seiten des Hauptstriches um etwa 5 $\mu$ von einander verschieden sind, war die Veranlassung, dass ich in den Jahren 1872 und 1873, mit Hülfe der in Batavia anwesenden Herren, (Ingenieur Van Asperen, Assistent Woldringh und Assistent Flory,) die Fehler aller benutzten Theilstriche, nicht nur des Normalmeters, sondern auch der Messstangen, zu bestimmen mich bestrebte.

Die Theilungsintervalle sollten überall = 100 $\mu$ sein, welcher Betrag auch dem Werthe einer Umdrehung der sämmtlichen Mikrometerschrauben entsprach. Befände sich also das Objectiv eines Mikroskops auf der gehörigen

Entfernung von den Fäden, d. h. wäre der Gang der Mikrometerschraube = 0, und wären die Theilstriche auch fehlerfrei, so müssten, wenn eine Theilung unter dem Mikroskop lag, die Ablesungen, nach Einstellung des Doppelfadens auf die ganze Reihe der Theilstriche, alle gleich sein. Aus den Unterschieden aber der Ablesung des Haupt- und eines Seitenstriches musste nun, indem auf den Gang der Mikrometerschraube, und bei Mikroskop I auch auf das Glied 2ter Ordnung, (1e Abth. S. 21—23,) Rücksicht genommen wurde, zu dem Theilfehler dieses Seitenstriches geschlossen werden.

Der Gang wurde, wie erwähnt, (1e Abth., S. 20, 21,) mittels der bekannten Länge der Chorde einer Gradtheilung eines Pistor'schen Kreises bestimmt; wobei immer zehn auf einander folgende Grade benutzt, und die Anfangspunkte auf der Trommel jedesmal 10 Theile weiter genommen wurden.

Sobald die zu untersuchende Strecke einer Theilung symmetrisch in das Feld eines Mikroskopes gebracht worden war, wurde der Doppelfaden von der einen Seite nach der anderen bewegt, auf jeden Theilstrich zweimal eingestellt und abgelesen. Alsdann wurde die Bewegung rückwärts wiederholt, so dass am Ende jeder Strich viermal abgelesen war. Immerhin wurde aber, auch bei dieser zweiten Reihe von Einstellungen, die Mikrometerschraube in derselben Richtung wie früher, rechts, d. h. gegen die Wirkung der Spiralfeder im Mikrometergehäuse gedreht, wie auch immer bei allen Ablesungen, auch an Universal-Instrumenten, die Gewohnheit war, und auch noch neulich (Astr. Nachr. Bd. 125, S. 358,) von Herrn Dr. Knorre anempfohlen worden ist; die Ablesung nahm dabei zu, und lief also in gleicher Richtung mit dem Bilde der unterliegenden Glastheilung, also nicht wie bei der Ablesung von Kreistheilungen, wo die Richtung, in welcher die Theilung der Mikroskope zunimmt, derjenigen entgegengesetzt ist, in welcher die Randtheilung fortgeht.

Sodann wurde der Stützpunkt der Mikrometerschraube um 10 $\mu$ verstellt, und die Messung wiederholt, nachdem das Mikroskop gelöst, gehoben und aufs Neue auf die Theilung scharf eingestellt worden war. Die Ablesungen waren dann um etwa 10 $\mu$ grösser als früher; strenge genommen war diese Versetzung, weil die Ablesungen auf alle Striche derselben Reihe alle nahe gleich waren, für die Elimination der periodischen Fehler der Schraube nicht unbedingt nothwendig; sie wurde aber ausgeführt, damit die Umstände bei den Wiederholungen der Messung soviel wie möglich variirt würden.

Da die Trommel in 100 Theile getheilt war, (deren jeder einem Mikron entsprach,) so wurden zehn solche Messungen zu einer Bestimmung vereinigt. Die Correction eines Seitenstriches war nun offenbar

= Ablesung Hauptstrich — Ablesung Seitenstrich,

welche Differenz noch sowohl für Gang, als, soweit die Messungen mit Mikroskop I ausgeführt waren, für das Glied zweiter Ordnung verbessert werden musste.

Behufs etwaiger späterer Benutzer desselben Apparats erachte ich es nicht unangemessen hier die Resultate dieser Bestimmungen (im Sinne: Correction) mitzutheilen. Damit aber dieselben in Betreff ihrer Genauigkeit beurtheilt werden können, werde ich auch die einzelnen Satzmittel folgen lassen.

Der Beobachter stand immer an der Seite des Comparators, wo er die Kurbel t, Fig. 27, und den Cylinder z, Fig. 26 der 1en Abth. (dritte Tafel) links hatte; dann waren für ihn die Köpfe und Trommeln der Mikrometerschrauben stets links. Es versteht sich dass bei umgekehrter Stellung dieser Trommeln die Correctionen der Theilstriche ihr Vorzeichen ändern; nur einmal aber, (Theilung IIa am 19 November 1872, siehe unten die Tabelle), ist die Messung auf diese Art bewerkstelligt worden.

In Tafel XV findet man eine Abbildung der Theilungen, wie diese sich in den Mikroskopen zeigten, die Zahlen sind von mir hinzugefügt.

Ich urtheilte es wohl von einigem Interesse, dass die Untersuchung der Theilungen mit beiden Mikroskopen des Comparators stattfände. Wollte man aber die Mikroskope nicht umwechseln, so konnte dies bei den Endtheilungen der langen Messstangen nur geschehen, wenn der Mikroskopträger umgedreht wurde, sodass er dann, (s. 1te Abth. S. 15 unten), mit der Rolle auf der Wange mit winkligem Querschnitt, mit den eingekerbten Füssen aber auf der platten Wange des Untertheils ruhte. Dann musste aber das zu benutzende Mikroskop um seine Achse gedreht werden, damit die Mikrometerschraubentrommel wieder links zu liegen käme.

## BESTIMMUNG DES WERTHES EINER REVOLUTION DER MIKROMETERSCHRAUBEN, MITTELS AUSMESSUNG EINES GRADES DER RANDTHEILUNG EINES PATENTKREISES, (1e Abth., S. 21.)

### MIKROSKOP I.

| Tag. | | Benutzte Grade. | Beobachter. | 1° der Kreises = | | g (1e Abth., S. 31). |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 August | 1872 | 0°—10° | Oudemans | 1089,13 | 1088,90 | + 0,00037 |
| 2 " | " | 10 —20 | " | 1088,89 | | |
| 7 " | " | 0 —10 | " | 1088,68 | | |
| 15 November | " | 0 —10 | Woldringh | 1081,14 | 1081,39 | + 0,00732 |
| " " | " | 10 —20 | " | 1081,97 | | |
| 26 " | " | 0 —10 | Van Asperen | 1082,41 | | |
| 5 December | " | 0 —10 | Woldringh | 1080,04 | | |
| 7 " | " | 0 —10 | Woldringh | 1078,89 | 1079,42 | + 0,00915 |
| 9 " | " | 0 —10 | " | 1079,51 | | |
| " " | " | 0 —10 | Oudemans | 1079,86 | | |
| 14 März | 1873 | 0 —10 | Woldringh | 1088,05 | 1087,78 | + 0,00139 |
| 15 " | " | 10 —20 | " | 1088,39 | | |
| 17 " | " | 0 —10 | " | 1085,93 | | |
| " " | " | 20 —30 | Oudemans | 1086,97 | | |
| 21 " | " | 30 —40 | Flory | 1088,17 | | |
| 7 April | " | 0 —10 | Woldringh | 1089,03 | | |
| 9 " | " | 10 —20 | " | 1087,91 | | |

Bemerkung. Der Gang dieses Mikroskops hat sich wahrscheinlich Anfang November 1872 geändert, als der Mikroskoptisch, bei den Vergleichungen der erwärmten Messstangen, (1e Abth., S. 45,) öfters herabgenommen wurde; dann war ein Stoss gegen das Objectiv, wodurch dieses den Ablesefäden näher kam, sehr leicht möglich. Auch am 6 December empfing dieses Objectiv wieder einen leichten Stoss, weshalb der Werth einer Revolution der Mikrometerschraube aufs Neue bestimmt wurde.

Als wir im Frühjahr 1873 zu der Bestimmung der Theilungsfehler der Stangen III und IV schritten, wurde erst das Objectiv wieder so weit herausgezogen, dass die Schraubenrevolution sehr nahe ihren Werth bekam. Die Formel welche angiebt, um wieviel das Objectiv herausgezogen werden musste, wurde auf die folgende Art abgeleitet: Es sei $r$ die Höhe eines Umganges der Mikrometerschraube:

- $d$ die Länge eines Theilungsintervalles, welchem ein Umgang der Mikrometerschraube entsprechen muss;
- $e$ die Entfernung des Fadenrahmens von der Theilung, vermindert mit der Entfernung der optischen Hauptpunkte des Objectivs;
- $x$ die Entfernung des Fadenrahmens von oberen Hauptpunkte des Objectivs;
- $y$ die Entfernung des unteren Hauptpunktes des Objectivs von der Theilung.

Man habe gefunden, dass ein Theilungsintervall in Mikroskop nicht $r$, sondern $(1-\varepsilon)\,r$ entspricht, so hat man die nachstehenden genauen Gleichungen:

$$x + y = e \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

$$x : y = (1-\varepsilon)\,r : d \quad \ldots \quad (2)$$

$$\frac{1}{x + \Delta x} + \frac{1}{y - \Delta y} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \quad \ldots \quad (3)$$

$$x + \Delta x : y - \Delta y = r : d \quad \ldots \quad (4)$$

Es handelt sich nun darum, aus diesen Gleichungen $\Delta x$ abzuleiten, während $x$ und $y$ eliminirt werden, welche, wenn man das Mikroskop nicht abnemen will, nicht so leicht zu messen sind als $e$.

Aus (2) folgt:

$$\frac{1}{y} = \frac{(1-\varepsilon)\, r}{d} \cdot \frac{1}{x} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

Aus (4):

$$\frac{1}{y - \Delta y} = \frac{r}{d} \cdot \frac{1}{x + \Delta x} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6)$$

Aus (5), (6) und (3):

$$\left(1 + \frac{r}{d}\right) \cdot \frac{1}{x + \Delta x} = \left(1 + \frac{(1-\varepsilon)\, r}{d}\right) \cdot \frac{1}{x} \quad . \; . \; . \; . \quad (7)$$

Aus (7):

$$1 + \frac{\Delta x}{x} = \frac{d + r}{d + (1-\varepsilon)\, r}$$

Also:

$$\frac{\Delta x}{x} = \frac{\varepsilon\, r}{d + (1-\varepsilon)\, r} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (8)$$

Aus (1) und (2) folgt aber:

$$x = \frac{(1-\varepsilon)\, r\, e}{d + (1-\varepsilon)\, r} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (9)$$

Also, aus (8) und (9):

$$\Delta x = \left(\frac{r}{d + (1-\varepsilon)\, r}\right)^2 (1-\varepsilon)\, \varepsilon\, e \quad (10)$$

Oder, wenn man die zweiten und höheren Potenzen von $\varepsilon$ vernachlässigt:

$$\Delta x = \left(\frac{r}{d + r}\right)^2 \varepsilon\, e \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (11)$$

Bei den Mikroskopen des Comparators fand ich $r = 0{,}205$ mm., $d$ war $0{,}1$ mm., $e = 219$ mm., also:

$$\Delta x = \left(\frac{0{,}205}{0{,}305}\right)^2 . \; 219\, \varepsilon = 99\, \varepsilon \, .$$

Die Ausmessungen der Grade des Reflexionskreises von Pistor und Martins, von 7 und 9 December 1872, hatten für $\varepsilon$, der Werth $\frac{1089{,}3 - 1079{,}42}{1089{,}3} = +\, 0{,}00907$ gegeben; das Objectiv musste also um $\Delta x = 0{,}9$ mm. herausgeschoben werden

MIKROSKOP II.

| Tag. | | Benutzte Grade. | Beobachter. | 1° des Kreises = | | $\varepsilon$ (1e Abth., S. 31.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 August | 1872 | 0 — 10 | Woldringh | 1089,96 | | |
| 10 „ | „ | 10 — 20 | „ | 1089,47 | | |
| „ „ | „ | 0 — 10 | „ | 1090,13 | | |
| 26 November | „ | 0 — 10 | „ | 1089,97 | | |
| „ „ | „ | 0 — 10 | Van Asperen | 1089,21 | 1089,66 | — 0,00033 |
| 13 December | „ | 350 — 0 | Oudemans | 1090,02 | | |
| „ „ | „ | 350 — 0 | Van Asperen | 1089,53 | | |
| „ „ | „ | 350 — 0 | Woldringh | 1089,02 | | |
| 10 April | 1873 | 10 — 20 | Woldringh | 1089,47 | | |
| „ „<br>„ „ | „<br>„ | 15 — 19<br>(und 20 — 25) | „ | 1089,17 | 1089,32 | 0,00002 |

CORRECTION DER STRICHE DER THEILUNG b, [illegible]

| Beobachter. | 1872. | Strich in der Mitte des Feldes. | Mikroskop. | | 26 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Van Asperen . . . . . . . . . . . | 21 Sept. | 18 | 1 | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | | |
| Woldringh . . . . . . . . . . . | " " | 18 | 1 | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | | |
| Oudemans . . . . . . . . . . . | 15 Nov. | 20,5 | 1 | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | | |
| Woldringh . . . . . . . . . . . | 16 " | 18 | 1 | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | | |
| Van Asperen . . . . . . . . . . . | 20 " | 20,5 | 1 | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | | |
| Woldringh . . . . . . . . . . . | 5 Dec. | 20,5 | 1 | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | + 9,59<br>— 8,05<br>+ 0,21 | + 1,75 |
| Woldringh . . . . . . . . . . . | 7 " | 20,5 | 1 | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | + 11,29<br>— 10,07<br>+ 0,21 | + 1,43 |
| Woldringh . . . . . . . . . . . | 10 " | 18 | I | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | | |
| Woldringh . . . . . . . . . . . | 11 " | 18 | 1 | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | | |
| Woldringh . . . . . . . . . . . | 11 " | 18 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | | |
| Van Asperen . . . . . . . . .<br>und Woldringh . . . . . . . | 12 " | 18 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | | |
| Van Asperen . . . . . . . . .<br>und Woldringh . . . . . . . | 13 " | 21 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 1,64<br>+ 0,36 | + 2,00 |
| Oudemans . . . . . . . . . . . | 13 " | 20,5 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 1,60<br>+ 0,36 | + 1,96 |
| Van Asperen . . . . . . . . . . . | 13 " | 20,5 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 2,18<br>+ 0,36 | + 2,54 |
| Woldringh . . . . . . . . . . . | 13 " | 20,5 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 2,29<br>+ 0,36 | + 2,65 |
| | | | | Im Mittel: | | + 2,05 |

ZUG AUF DEN HAUPTSTRICH 15.

| 25 | 21 | 20 | 19 | 17 |
|---|---|---|---|---|
| | | + 2,06<br>− 0,19<br>+ 0,09 } + 1,96 | | |
| + 9,79<br>− 7,32<br>+ 0,35 } + 2,82 | | + 1,81<br>− 0,19<br>+ 0,09 } + 1,71 | | |
| + 8,75<br>− 7,32<br>− 0,78 } + 0,85 | + 5,69<br>− 4,39<br>− 0,01 } + 1,29 | + 2,85<br>− 3,66<br>+ 0,72 } − 0,09 | | |
| + 11,64<br>− 7,32<br>+ 0,35 } + 4,67 | + 6,14<br>− 4,39<br>+ 0,71 } + 2,46 | + 4,20<br>− 3,66<br>+ 0,09 } + 0,63 | + 4,50<br>− 2,93<br>+ 0,15 } + 1,72 | + 1,49<br>− 1,46<br>+ 0,17 } + 0,20 |
| | + 6,54<br>− 4,39<br>+ 0,71 } + 2,86 | + 4,20<br>− 3,66<br>+ 0,72 } + 1,26 | + 4,73<br>− 2,93<br>+ 0,68 } + 2,48 | + 1,81<br>− 1,46<br>+ 0,46 } + 0,81 |
| | + 5,92<br>− 5,49<br>+ 0,71 } + 1,14 | + 4,48<br>− 3,66<br>+ 0,72 } + 1,54 | | |
| | | + 4,03<br>− 4,58<br>+ 0,72 } + 0,17 | | |
| | | + 6,00<br>− 4,58<br>+ 0,09 } + 1,51 | + 5,67<br>− 3,66<br>+ 0,15 } + 2,16 | + 1,93<br>− 1,83<br>+ 0,17 } + 0,27 |
| | | + 6,44<br>− 4,58<br>+ 0,09 } + 1,95 | | |
| | | − 1,10<br>+ 0,17 } − 0,93 | | |
| | | + 0,43<br>+ 0,17 } + 0,60 | | |
| | + 2,11<br>+ 0,20 } + 2,31 | + 0,81<br>+ 0,17 } + 0,98 | | |
| | + 2,37<br>+ 0,20 } + 2,57 | + 1,22<br>+ 0,17 } + 1,39 | | |
| | + 2,32<br>+ 0,20 } + 2,52 | + 1,34<br>+ 0,17 } + 1,51 | | |
| + 2,86 | + 2,16 | + 1,01 | + 2,12 | + 0,43 |

## CORRECTIONEN DER STRICHE DER THEILUNG

| Beobachter. | 1872 | Strich in der Mitte des Feldes. | Mikroskop. | | 29 | | 27 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Woldringh...... | 7 Sept. | 23 | I | Gefunden (1)<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | | | | |
| Oudemans...... | " " | 23 | I | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | | | | |
| Woldringh...... | 16 Nov. | 21,5 | I | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | + 7,82<br>— 10,25<br>+ 0,22 | — 2,21 | + 5,52<br>— 8,78<br>+ 0,55 | — 2,71 |
| Van Asperen ... | 19 " | 21,5 | I | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | + 7,77<br>— 10,25<br>+ 0,22 | — 2,26 | + 5,41<br>— 8,78<br>+ 0,55 | — 2,82 |
| Oudemans...... | " " | 26,5 | I | Gefunden (2)<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | — 10,57<br>+ 10,25<br>+ 1,33 | — 1,01 | — 8,07<br>+ 8,78<br>+ 1,45 | — 2,16 |
| | | | | | In Mittel: | — 1,83 | | — 2,56 |

(1) Fünfzehn Beobachtungen; sonst wurden in der Regel, wie im Texte gemerkt, zehn Beobachtungen zu einem Mittel vereinigt
(2) Versuchs- und ausnahmsweise war hier der Kopf und die Trommel der Mikrometerschraube *rechts*; deshalb musste das
(3) Die Correctionen der Striche 24 und 22 sind am 7 Sept. durch Messung der Entfernung von Strich 23 bestimmt worden
Es wurde nämlich gefunden:

Indem nicht jedesmal aufs Neue in den Brennpunkt eingestellt wurde; (4) 24 — 23 = 104,62
" wohl " " " " " " " " 104,23

Mittel, mit Rücksicht auf die Anzahl Beobachtungen: 104,52
Correction für Gang: 0,04

104,56

Also Corr. 24 = Corr. 23 — 4,56
Corr. 22 = Corr. 23 + 0,29.

(4) Weil hier nur *ein* Intervall gemessen wurde, so ist das jedesmal aufs Neue Einstellen nicht von überwiegender Interesse.

## CORRECTION DER STRICHES 8 DER THEILUNG Ib, IN BEZUG AUF DEN HAUPTSTRICH 5.

| Beobachter | 1872 | Strich in der Mitte des Feldes. | Mikroskop. | | 8 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Van Asperen ........ | 21 Sept. | 7 | I | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | — 0,71<br>— 0,11<br>+ 0,04 | — 0,78 |
| Woldringh .......... | " " | 6,5 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | — 0,49<br>+ 0,10 | — 0,39 |
| | | | | | Im Mittel: | — 0,585 |

IIa, IN BEZUG AUF DEN HAUPTSTRICH 15.

| 25 | | 24 | 23 | | 22 | 21 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | + 6,58<br>− 0,30<br>+ 1,69 | + 7,97 | | | |
| | | | + 5,70<br>− 0,30<br>+ 1,69 | + 7,09 | | | |
| + 8,60<br>− 7,32<br>+ 0,82 | + 2,10 | | + 11,16<br>− 5,86<br>+ 1,00 | + 6,30 | | + 8,71<br>− 4,39<br>+ 0,72 | + 5,04 |
| + 8,84<br>− 7,32<br>+ 0,82 | + 2,34 | | + 11,47<br>− 5,86<br>+ 1,00 | + 6,61 | | + 9,58<br>− 4,39<br>+ 0,72 | + 5,91 |
| − 11,37<br>+ 7,32<br>+ 1,39 | + 2,66 | | − 13,89<br>+ 5,86<br>+ 1,21 | + 6,82 | | − 11,10<br>+ 4,39<br>+ 0,94 | + 7,65 |
| | + 2,37 | + 2,40 (3) | | + 6,96 | + 7,25 (3) | | + 6,20 |

Vorzeichen der Correction umgekehrt werden.

(29 Beobb.) . . . . . 23 — 22 = 100,27 (12 Beobb.)
(10 „ ) . . . . { 100,23 (15 „ Woldringh.)
100,24 (10 „ Oudemans.)

Mittel: 100,25
Correction für Gang: + 0,04

100,29

die Gewichte der beiden Resultate verhalten sich nämlich, wie wir weiter sehen werden, wie 28 : 10.

## CORRECTIONEN DER STRICHE DER THEILUNG IIb, IN BEZUG AUF DEN HAUPTSTRICH 5.

| Beobachter. | 1872 | Strich in der Mitte des Feldes | Mikro-skop | | 9 | | 8 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Woldringh. | 6 Sept. | 8 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 0,92<br>+ 0,13 | + 1,05 | + 0,20<br>+ 0,10 | + 0,30 |
| Oudemans . . . | 7 „ | 8 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 0,74<br>+ 0,13 | + 0,87 | + 0,51<br>+ 0,10 | + 0,61 |
| Woldringh . . . | 7 „ | 9 | I | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>„ 2ter Ordnung | + 1,66<br>− 0,15<br>+ 0,35 | + 1,86 | + 0,70<br>− 0,11<br>+ 0,34 | + 0,93 |
| Oudemans . . . | „ „ | 9 | I | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>„ 2ter Ordnung | + 1,24<br>− 0,15<br>+ 0,35 | + 1,44 | + 0,21<br>− 0,11<br>+ 0,34 | + 0,44 |
| | | | | Im Mittel: | | + 1,30 | | + 0,57 |

## CORRECTIONEN DER STRICHE DER THEILUNG

| Beobachter. | 1872. | Strich in der Mitte des Feldes. | Mikroskop. | | 11 | | 10 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Van Asperen. . . | Sept. | 12? | 11 | Gefunden<br>Corr für Gang | + 0,82<br>— 0,13 | + 0,69 | | |
| Woldringh. . . . . . | Sept. | 12 | 11 | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 0,85<br>— 0,13 | + 0,72 | | |
| Oudemans. . . . . | 14 Nov. | 10 | 11 | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 0,42<br>— 0,13 | + 0,29 | — 0,75<br>— 0,17 | — 0,92 |
| Woldring. . . . . . | 23 „ | 10 | 11 | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 0,68<br>— 0,13 | + 0,55 | — 0,98<br>— 0,17 | — 1,15 |
| Van Asperen. . . . | 23 „ | 10 | 11 | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 0,07<br>— 0,13 | — 0,06 | — 1,39<br>— 0,17 | — 1,56 |
| | | | | Im Mittel: | | + 0,44 | | — 1,21 |

## CORRECTIONEN DER STRICHE DER THEILUNG

| Beobachter. | 1872. | Strich in der Mitte des Feldes. | Mikroskop. | | 11 | | 10 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Woldringh. . . . . | 14 Sept. | | 11 | Gefunden<br>Corr für Gang | — 1,48<br>— 0,13 | — 1,61 | — 1,16<br>— 0,17 | — 1,33 |
| Van Asperen. . . . | 16 „ | | 11 | Gefunden<br>Corr. für Gang | — 1,42<br>— 0,13 | — 1,55 | — 1,30<br>— 0,17 | — 1,47 |
| Oudemans. . . . . | 14 Nov. | 10 | 11 | Gefunden<br>Corr. für Gang | — 0,23<br>— 0,13 | — 0,36 | — 0,65<br>— 0,17 | — 0,82 |
| Woldringh. . . . . . | 21 „ | 10 | 11 | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 0,04<br>— 0,13 | — 0,09 | — 0,03<br>— 0,17 | — 0,20 |
| Van Asperen. . . . | 21 „ | 10 | 11 | Gefunden<br>Corr. für Gang | — 0,14<br>— 0,13 | — 0,27 | + 0,31<br>— 0,17 | + 0,14 |
| Van Asperen und Woldringh. . . | 26 „ | | 11 | Gefunden<br>Corr. für Gang | — 0,01<br>— 0,13 | — 0,14 | — 0,22<br>— 0,17 | — 0,39 |
| | | | | Im Mittel: | | — 0,67 | | — 0,68 |

IN BEZUG AUF DEN HAUPTSTRICH 15.

| 9 | 8 | 7 | 6 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| + 1,13 <br> − 0,20 } + 0,93 | + 0,12 <br> − 0,23 } − 0,11 | − 1,04 <br> − 0,26 } − 1,30 | − 0,73 <br> − 0,30 } − 1,03 | − 0,87 <br> − 0,33 } − 1,20 |
| + 1,11 <br> − 0,20 } + 0,91 | − 0,16 <br> − 0,23 } − 0,39 | − 1,22 <br> − 0,26 } − 1,48 | − 0,84 <br> − 0,30 } − 1,14 | − 0,71 <br> − 0,33 } − 1,04 |
| + 0,85 <br> − 0,20 } + 0,65 | − 0,27 <br> − 0,23 } − 0,50 | − 1,38 <br> − 0,26 } − 1,64 | − 1,19 <br> − 0,30 } − 1,49 | − 0,72 <br> − 0,33 } − 1,05 |
| + 0,83 | − 0,33 | − 1,47 | − 1,22 | − 1,10 |

IN BEZUG AUF DEN HAUPTSTRICH 15.

| 9 | 8 | 7 | 6 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 0,97 <br> 0,20 } − 1,17 | − 1,68 <br> − 0,23 } − 1,91 | − 1,31 <br> − 0,26 } 1,57 | − 1,29 <br> − 0,30 } 1,59 | − 0,56 <br> − 0,33 } − 0,89 |
| 0,86 <br> 0,20 } 1,06 | − 1,41 <br> 0,23 } − 1,64 | 0,98 <br> 0,26 } 1,24 | − 1,36 <br> − 0,30 } − 1,66 | − 0,17 <br> − 0,33 } 0,50 |
| 0,91 <br> 0,20 } − 1,11 | − 1,30 <br> − 0,23 } − 1,53 | 0,88 <br> 0,26 } − 1,14 | − 1,18 <br> − 0,30 } 1,48 | + 0,12 <br> − 0,33 } − 0,21 |
| − 1,11 | − 1,69 | − 1,32 | − 1,58 | − 0,53 |

## CORRECTIONEN DER STRICHE DER THEILUNG

| Beobachter. | 1873 | Strich in der Mitte des Feldes. | Mikroskop. | | 17 | | 16 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Oudemans . . . . . | 1 März | 14 | I | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | + 1,68<br>— 0,84<br>+ 0,16 | + 1,00 | + 0,19<br>— 0,72<br>+ 0,26 | — 0,2[illegible] |
| Flory . . . . . . . . . | 20 " | 14 | I | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | + 1,73<br>— 0,98<br>+ 0,16 | + 0,91 | + 0,74<br>— 0,84<br>+ 0,26 | — 0,16 |
| Woldringh . . . . | 7 u. 9 April | 14 | I | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | + 2,23<br>— 0,98<br>+ 0,16 | + 1,41 | + 1,42<br>— 0,84<br>+ 0,26 | + 0,8[illegible] |
| Flory . . . . . . . . | 13 Februar | 14 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 2,65<br>0,00 | + 2,65 | + 1,37<br>0,00 | + 1,3[illegible] |
| Oudemans . . . . | 10 März | 14 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 1,54<br>0,00 | + 1,54 | + 0,57<br>0,00 | + 0,57 |
| Woldringh . . . . . | 8 u. 10 April | 14 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 2,49<br>0,00 | + 2,49 | + 1,81<br>0,00 | + 1,81 |
| | | | | Im Mittel: | | + 1,67 | | + 0,[illegible] |

(*) Dieser Strich war durch den Querstrich, welcher sich auf etwa 0,15 mm. von der Kante befindet, gebrochen, im Mikro-

auf das letzte Ende, nahe der Kante. Stellt man die Ablesefäden so ein, dass der obere und untere Theil symmetrisch zwischen Theilstrichs scheint also etwas mehr als $3_\mu$ zu betragen.

## CORRECTIONEN DER STRICHE DER THEILUNG

| Beobachter | 1873 | Strich in der Mitte des Feldes | Mikroskop. | | 17 | | 16 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Oudemans . . . . . . | 27 Februar | 14 | I | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | + 0,83<br>— 0,84<br>+ 0,16 | + 0,15 | + 0,87<br>— 0,72<br>+ 0,26 | + 0,41 |
| Flory . . . . . . . . . . | 21 " | 14 | I | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | + 1,82<br>— 0,98<br>+ 0,16 | + 1,00 | + 1,68<br>— 0,84<br>+ 0,26 | + 1,10 |
| Woldringh . . . . . | 7 u. 9 April | 14 | I | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | + 0,90<br>— 0,98<br>+ 0,16 | + 0,08 | + 0,40<br>— 0,84<br>— 0,26 | — 0,18 |
| Flory . . . . . . . . . | 14 Februar | 14 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 1,50<br>0,00 | + 1,50 | + 1,61<br>0,00 | + 1,61 |
| Oudemans . . . . . | 11 März | 14 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | — 0,44<br>0,00 | — 0,44 | + 0,02<br>0,00 | + 0,02 |
| Woldringh . . . . . . | 8 u. 10 April | 14 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 1,30<br>0,00 | + 1,30 | + 0,85<br>0,00 | + 0,85 |
| | | | | Im Mittel: | | + 0,60 | | + 0,61 |

IIIa, IN BEZUG AUF DEN HAUPTSTRICH 10.

| 15 | | 14 | | 13 | | 12 | | 11 (*) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 1,61<br>− 0,60<br>+ 0,32 | + 1,33 | + 1,72<br>− 0,48<br>+ 0,35 | + 1,59 | − 0,16<br>− 0,36<br>+ 0,34 | − 0,18 | − 0,33<br>− 0,24<br>+ 0,28 | − 0,29 | − 0,44<br>− 0,12<br>+ 0,17 | − 0,39 |
| + 2,01<br>− 0,70<br>+ 0,32 | + 1,63 | + 1,54<br>− 0,56<br>+ 0,35 | + 1,33 | − 0,43<br>− 0,42<br>+ 0,34 | − 0,51 | − 0,34<br>− 0,28<br>+ 0,28 | − 0,34 | + 0,28<br>− 0,14<br>+ 0,17 | + 0,31 |
| + 2,15<br>− 0,70<br>+ 0,32 | + 1,77 | + 1,97<br>− 0,56<br>+ 0,35 | + 1,76 | − 0,55<br>− 0,42<br>+ 0,34 | − 0,63 | − 0,57<br>− 0,28<br>+ 0,28 | − 0,57 | − 0,47<br>− 0,14<br>+ 0,17 | − 0,44 |
| + 2,61<br>0,00 | + 2,61 | + 1,96<br>0,00 | + 1,96 | + 0,03<br>0,00 | + 0,03 | − 0,22<br>0,00 | − 0,22 | − 0,23<br>0,00 | − 0,23 |
| + 1,76<br>0,00 | + 1,76 | + 0,96<br>0,00 | + 0,96 | − 0,38<br>0,00 | − 0,38 | − 0,61<br>0,00 | − 0,61 | + 0,17<br>0,00 | + 0,17 |
| + 2,06<br>0,00 | + 2,06 | + 2,10<br>0,00 | + 2,10 | + 0,01<br>0,00 | + 0,01 | − 0,18<br>0,00 | − 0,18 | − 0,43<br>0,00 | − 0,43 |
| | + 1,86 | | + 1,62 | | − 0,28 | | − 0,37 | | − 0,17 |

skop ungefähr so: [Skizze] ; es scheint also dass dieser Querstrich vor den Theilstrichen gezogen worden ist. Die Correction bezieht sich

denselben kommen, so liest man, nach 5 von mir ausgeführten Messstangen, 1$\mu$,56 mehr ab. Die Distanz der beiden Theile desselben

IVa, IN BEZUG AUF DEN HAUPTSTRICH 10.

| 15 | | 14 | | 13 | | 12 | | 11 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 2,81<br>− 0,60<br>+ 0,32 | + 2,53 | + 0,44<br>− 0,48<br>+ 0,35 | + 0,31 | − 1,27<br>− 0,36<br>+ 0,34 | − 1,29 | − 0,68<br>− 0,24<br>+ 0,28 | − 0,64 | + 0,31<br>− 0,12<br>+ 0,17 | + 0,36 |
| + 4,38<br>− 0,70<br>+ 0,32 | + 4,00 | + 0,88<br>− 0,56<br>+ 0,35 | + 0,67 | − 0,80<br>− 0,42<br>+ 0,34 | − 0,88 | − 0,67<br>− 0,28<br>+ 0,28 | − 0,67 | − 0,15<br>− 0,14<br>+ 0,17 | − 0,12 |
| + 2,24<br>− 0,70<br>+ 0,32 | + 1,86 | + 0,61<br>− 0,56<br>+ 0,35 | + 0,40 | − 1,22<br>− 0,42<br>+ 0,34 | − 1,30 | − 0,39<br>− 0,28<br>+ 0,28 | − 0,39 | − 0,13<br>− 0,14<br>+ 0,17 | − 0,10 |
| + 4,22<br>0,00 | + 4,22 | + 1,05<br>0,00 | + 1,05 | − 0,36<br>0,00 | − 0,36 | + 0,21<br>0,00 | + 0,21 | + 0,50<br>0,00 | + 0,50 |
| + 2,29<br>0,00 | + 2,29 | + 0,14<br>0,00 | + 0,14 | − 1,42<br>0,00 | − 1,42 | − 1,35<br>0,00 | − 1,35 | − 0,50<br>0,00 | − 0,50 |
| + 2,38<br>0,00 | + 2,38 | + 0,74<br>0,00 | + 0,74 | − 0,92<br>0,00 | − 0,92 | − 0,26<br>0,00 | − 0,26 | − 0,21<br>0,00 | − 0,21 |
| | + 2,88 | | + 0,55 | | − 1,03 | | − 0,52 | | − 0,01 |

CORRECTIONEN DER STRICHE DER THEILUNG Na, d. h. DER LINKEN

| Beobachter. | 1872 — 1873 | Strich in der Mitte des Feldes. | Mikroskop. | | 18 | | 17 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Woldringh...... | 31 August | | 11 | Gefunden<br>Corr. für Gang | | | | |
| Oudemans...... | 4 Septemb. | 12 | 1 | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | | | | |
| Woldringh ..... | 19 December | | 11 | Gefunden<br>Corr. für Gang | | | | |
| Van Asperen.... | " " | | 11 | Gefunden<br>Corr. für Gang | | | | |
| Woldringh...... | 18 März | 14 | 1 | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | + 2,04<br>— 1,11<br>+ 0,05 | + 0,98 | + 1,33<br>— 0,97<br>+ 0,16 | 0,52 |
| " ...... | " " | | 11 | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 1,50<br>+ 0,02 | + 1,52 | + 0,84<br>+ 0,01 | + 0,85 |
| Flory .......... | 19 März | | 11 | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 0,61<br>+ 0,02 | + 0,63 | + 0,07<br>+ 0,01 | 0,08 |
| " .......... | " " | 14 | 1 | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | + 1,98<br>— 1,11<br>+ 0,05 | + 0,92 | + 1,23<br>— 0,97<br>+ 0,16 | + 0,42 |
| Oudemans...... | 22 " | | 11 | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 1,33<br>+ 0,02 | + 1,35 | + 0,46<br>+ 0,01 | + 0,47 |
| " ...... | " " | 14 | 1 | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | + 0,50<br>— 1,11<br>+ 0,05 | — 0,56 | — 0,40<br>— 0,97<br>+ 0,16 | — 1,21 |
| Woldringh...... | 7, 9 April | 14 | 1 | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | + 0,79<br>— 1,11<br>+ 0,05 | — 0,27 | + 0,16<br>— 0,97<br>+ 0,16 | — 0,65 |
| " ...... | 8, 10 " | | 11 | Gefunden<br>Corr. für Gang | + 0,76<br>+ 0,02 | + 0,78 | + 0,22<br>+ 0,01 | + 0,23 |
| | | | | | Im Mittel: | + 0,67 | | + 0,09 |

THEILUNG DES NORMALMETERS, IN BEZUG AUF DEN HAUPTSTRICH 10.

| 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | + 1,25<br>+ 0,13 } + 1,38 | + 1,07<br>+ 0,10 } + 1,17 | + 0,82<br>+ 0,07 } + 0,89 | + 0,12<br>+ 0,03 } + 0,15 |
| | | + 0,90<br>— 0,15 } + 0,73<br>— 0,02 | + 0,66<br>— 0,11 } + 0,59<br>+ 0,04 | + 0,81<br>— 0,07 } + 0,81<br>+ 0,07 | + 0,25<br>— 0,04 } + 0,27<br>+ 0,06 |
| | | + 0,34<br>+ 0,13 } + 0,47 | + 0,20<br>+ 0,10 } + 0,30 | + 0,30<br>+ 0,07 } + 0,37 | — 0,32<br>+ 0,03 } — 0,29 |
| | | + 0,29<br>+ 0,13 } + 0,42 | + 0,09<br>+ 0,10 } + 0,19 | + 0,30<br>+ 0,07 } + 0,37 | — 0,53<br>+ 0,03 } — 0,50 |
| + 1,19<br>— 0,83 } + 0,62<br>+ 0,26 | + 2,19<br>— 0,70 } + 1,81<br>+ 0,32 | | | | |
| + 0,87<br>+ 0,01 } + 0,88 | + 1,75<br>+ 0,01 } + 1,76 | | | | |
| + 0,06<br>+ 0,01 } + 0,07 | + 1,18<br>+ 0,01 } + 1,19 | + 0,03<br>+ 0,01 } + 0,04 | | | |
| + 1,10<br>— 0,83 } + 0,53<br>+ 0,26 | + 2,07<br>— 0,70 } + 1,69<br>+ 0,32 | + 0,77<br>— 0,56 } + 0,56<br>+ 0,35 | | | |
| + 0,43<br>+ 0,01 } + 0,44 | + 1,63<br>+ 0,01 } + 1,64 | + 0,31<br>+ 0,01 } + 0,32 | | | |
| — 0,35<br>— 0,83 } — 0,92<br>+ 0,26 | + 0,91<br>— 0,70 } + 0,53<br>+ 0,32 | — 0,28<br>— 0,56 } — 0,49<br>+ 0,35 | | | |
| + 0,21<br>— 0,83 } — 0,36<br>+ 0,26 | + 1,31<br>— 0,70 } + 0,93<br>+ 0,32 | + 0,02<br>— 0,56 } — 0,19<br>+ 0,35 | | | |
| + 0,16<br>+ 0,01 } + 0,17 | + 1,18<br>+ 0,01 } + 1,19 | — 0,02<br>+ 0,01 } — 0,01 | | | |
| + 0,18 | + 1,36 | + 0,32 | + 0,56 | + 0,61 | — 0,09 |

## CORRECTION DES STRICHES 4 DER THEILUNG IIc, IN BEZUG AUF DEN HAUPTSTRICH 5.

| Beobachter. | 1872. | Strich in der Mitte des Feldes. | Mikroskop. | | 4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Oudemans<br>Van Asperen<br>Woldringh | 7, 8 Sept. | | II | Gefunden während der Vergleichung der Messstange II mit dem Normal, je 45 Beobb. Ie Abth. S. 32—33. | — 0,47<br>+ 0,03 | — 0,44 |
| Oudemans<br>Van Asperen<br>Woldringh | 8, 9 " | | I | | — 0,61<br>— 0,04 | — 0,65 |
| Van Asperen | 16 " | 3,5 | II? | Je 10 Beobachtungen. Es war versäumt worden zu notiren, mit welchem Mikroskope gemessen wurde. Für ein Intervall kann der Gang aber vernachlässigt werden. | | — 0,28 |
| Woldringh | " " | 3,5 | II? | | | — 0,43 |

Im Mittel, mit Rücksicht auf die Anzahl der Beobachtungen: — 0,51

## CORRECTIONEN DER STRICHE DER THEILUNG IId, IN BEZUG AUF DEN HAUPTSTRICH 5.

| Beobachter. | 1872. | Strich in der Mitte des Feldes. | Mikroskop. | | 3. | | Anzahl Beob. | 2 | | Anzahl Beob. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Oudemans | 9 Sept. | 4 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | — 1,43<br>— 0,07 | — 1,50 | 10 | — 0,95<br>— 0,10 | — 1,05 | 11 |
| " | 10 " | 4 | I | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordng. | — 1,67<br>+ 0,30<br>+ 0,02 | — 1,35 | 13 | — 0,46<br>+ 0,24<br>— 0,04 | — 0,26 | 15 |
| Van Asperen | 14 " | 4 | I | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordng. | — 2,13<br>+ 0,30<br>+ 0,02 | — 1,81 | 10 | — 1,65<br>+ 0,24<br>— 0,04 | — 1,45 | 10 |
| Woldringh | " " | 4 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | — 1,72<br>— 0,07 | — 1,79 | 10 | — 1,25<br>— 0,10 | — 1,35 | 10 |

Im Mittel, mit Rücksicht auf die Anzahl Beobachtungen: — 1,59 — 0,94

## CORRECTIONEN DER STRICHE DER THEILUNG Nb, d. h. DER RECHTEN SEITE DES NORMALMETERS, IN BEZUG AUF DEN HAUPTSTRICH 5.

| Beobachter. | 1872 | Strich in der Mitte des Feldes. | Mikroskop | | 6 | | 4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Oudemans | 28 Juli. | 5 | I | Gefunden<br>Corr. für Gang<br>" 2ter Ordnung | — 2,72<br>— 0,04<br>— 0,03 | — 2,79 | — 2,64<br>+ 0,04<br>— 0,01 | — 2,61 |
| " | 2 Aug. | 5 | I | Gefunden<br>Corr für Gang<br>" 2ter Ordnung | — 2,52<br>— 0,04<br>— 0,03 | — 2,59 | — 2,18<br>+ 0,04<br>— 0,01 | — 2,15 |
| Woldringh | 6 " | 5 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | — 2,45<br>+ 0,03 | — 2,42 | — 2,80<br>— 0,03 | — 2,83 |
| " | 7 " | 5 | II | Gefunden<br>Corr. für Gang | — 2,59<br>+ 0,03 | — 2,56 | — 2,64<br>— 0,03 | — 2,67 |

Im Mittel: — 2,59 — 2,56

Die gefundenen Correctionen sind von ungleicher Genauigkeit. Erstens nimmt diese nothwendig mit wachsender Entfernung vom Hauptstrich ab, zweitens ist die Anzahl der Bestimmungen, deren jede, wie oben gesagt, in der Regel auf zehn Messungen beruhte, verschieden. Ich bin bestrebt gewesen, für jede gefundene Correction auch den mittleren Fehler zu ermitteln und glaube dies auf die unten zu erklärende Weise erreicht zu haben.

Obwohl bei jeder der zehn Messungen, welche zu einer Bestimmung eines Theilungsfehlers vereinigt wurden, die scharfe Einstellung des Mikroskops in den Brennpunkt erneuert wurde *, so wäre es doch ein Irrthum anzunehmen, dass der mittlere Fehler des Endwerthes einer Correction gefunden werde, indem man den mittleren Fehler einer einzigen Messung durch die Quadratwurzel aus der Anzahl der sämmtlichen an verschiedenen Tagen und von verschiedenen Beobachtern angestellten Messungen theilte. Es ergiebt sich nämlich am deutlichsten, dass jeder Beobachter beim Einstellen, sowohl des Mikroskops in den Brennpunkt, als des Doppelfadens auf die Striche, seine eigenthümliche Auffassung hat, und dass diese ausserdem bei einem und demselben Beobachter an verschiedenen Tagen wechselt. Je gleichmässiger und schöner die Striche einer Theilung gezogen sind, je kleiner wird ohne Zweifel diese letzte Variabilität sein; Striche auf Glas sind aber selten so scharf als auf Metall ** und je nachdem man auf den Boden oder auf die Ränder der Striche einstellt, hat man eine andere Focirung, und somit auch oft eine andere Ablesung.

Ich werde dennoch erst das Resultat mittheilen, welches ich für den mittleren Fehler einer einzelnen Messung eines Abstandes von $s$ Theilungsintervallen (Zehntelmillimetern) vom Hauptstriche gefunden habe.

In diesem mittleren Fehler ist also die tägliche Verschiedenheit der Auffassungsweise nicht begriffen. Zunächst wurde durch Vergleichung der zehn erhaltenen Resultate, (nur ausnahmsweise war diese Zahl eine andere,) mit dem ar. Mittel, für jeden Abstand vom Hauptstrich, und für jeden Beobachter der mittlere Fehler abgeleitet. Derartigen ar. Mittel werden wir fortan immer, der Kürze halben, eine Bestimmung nennen. Es wurden hierzu, wegen der grossen Menge der Messungen, die ersten Potenzen der Felder, ohne Rücksicht auf Vorzeichen, und also die einfacheren Formeln

$$(n-\tfrac{1}{2})\ M = [\pm \varepsilon] \text{ und } m = 1{,}2533\ M$$

benutzt.

Die Verschiedenheit der für die vier Beobachter erhaltenen Resultate war nicht so gross, dass dieselben nicht, für jeden Abstand, zu einem einzigen Resultate vereinigt werden könnten. Die acht ersten Abstände gaben nämlich durch einander für den mittl. Fehler von

Oudemans : ± 0μ,505, van Asperen : ± 0μ,636,
Woldringh : ± 0μ,566, und Flory : ± 0μ,552.

Hierauf wurde für jeden Abstand die für die verschiedenen Beobachter gefundenen Werthe von $(n-\frac{1}{2})\ M$ zu einem Resultate vereinigt, hieraus der Werth von $[n-\frac{1}{2}]\ M^2$ abgeleitet, welche gleich $[n-\frac{1}{2}]x^2 + [n-\frac{1}{2}]s^2\ y^2$ gesetzt wurde, und dann eine Formel von der Form

$$x^2 + s^2\ y^2 = M^2$$

gesucht, welche den gefundenen Gleichungen am Besten genügte. Es wurde erst eine vorläufige Lösung vorgenommen, indem die für 1 bis 4 Theilungsintervalle geltenden Gleichungen, zu einer, jene von 5 bis 14 Theilungsintervallen zu einer zweiten Gleichung vereinigt wurden, so erhielt ich die zwei Gleichungen:

$$1513{,}5\ x^2 + 10472{,}5\ y^2 = 190{,}81$$
$$1538\ \ x^2 + 82296\ \ y^2 = 582{,}10$$

in welchen die Coefficienten des $x^2$ nahezu gleich gross waren. Die Lösung dieser Gleichungen gab:

$$x^2 = 0{,}088\ 584\ 5$$
$$y^2 = 0{,}005\ 417\ 74$$

* Hinterher ist es mir vorgekommen, dass in ähnlichen Fällen dieses wiederholte Focirenn durch eine bessere Massregel ersetzt werden kann, indem nämlich die Entfernung des Objectivs vom Object auf irgend eine Weise constant gehalten wird.

** Ich muss hier eine Ausnahme machen für die Theilungen auf Glas, welche die Firma Dumoulin-Froment in Paris liefert. Die Sternwarte zu Utrecht besitzt einige Theilungen von dieser Firma, Millimeter in halbe-, und auch in Zehntelmillimeter, welche an Sauberkeit der Striche nichts zu wünschen übrig lassen.

Für die zweite Lösung wurden die Gewichte der zweiten Glieder der Gleichungen in Betracht gezogen, so dass die nunmehr zu lösenden Normalgleichungen die folgenden waren:

$$\left[\frac{a}{m^4}\right] x^2 + \left[\frac{a s^2}{m^4}\right] y^2 = \left[\frac{n}{m^4}\right],$$

$$\left[\frac{a s^2}{m^4}\right] x^2 + \left[\frac{a s^4}{m^4}\right] y^2 = \left[\frac{s^2 n}{m^4}\right],$$

in welchen der Werth der $m^2$ nach der ersten Lösung genommen wurde, oder in Zahlen:

$$131\,328\ x^2 + 1\,101\,635\ y^2 = 19\,257\,,$$
$$1\,101\,635\ x^2 + 32\,837\,615\ y^2 = 274\,759\,,$$

woraus

$$x^2 = 0{,}106\,38\,,$$
$$y^2 = 0{,}004\,798\,3.$$

Mit diesen Werthen wurde $[p\,\varepsilon^2] = 129{,}4$, mit der vorläufigen 159,2, so dass die Rücksichtnahme auf die Gewichte das Resultat erheblich verbessert hat.

Indem $s$ successive $= 1, 2, 3 \ldots 14$ gesetzt wurde, erhielt ich für $M^2$ Werthe, deren Wurzel, multiplicirt mit 1,2533, in der letzten Columne der untenstehenden Tabelle vorkommt. Wenngleich die Rechnung überall mit drei Decimalstellen ausgeführt wurde, werden wir, der leichteren Uebersicht wegen, nur zwei angeben.

MITTLERER FEHLER EINER EINZIGEN MESSUNG DER ENTFERNUNG ZWEIER THEILSTRICHE AUF DEN GLASPLATTEN DER ZINKSTANGEN, SOWOHL DER MESSSTANGEN ALS DES NORMALMETERS, MITTELS DER MIKROSKOPE DES COMPARATORS.

| Abstand vom Hauptstrich. (Zehntel-millimeter $= s$) | Divisor $= a = [s - \frac{1}{2}]$ | | | | | Mittlerer Fehler. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Oudemans. | van Asperen. | Waldringh. | Flory. | Alle zusammen | Oudemans. | van Asperen. | Waldringh. | Flory. | Alle zusammen. | Formel. |
| 1 | 168 | 112 | 231,5 | 38 | 589,5 | 0μ,16 | 0μ,18 | 0μ,41 | 0μ,34 | 0μ,45 | 0μ,42 |
| 2 | 47,5 | 28,5 | 123,5 | 38 | 237,5 | 0 ,34 | 0 ,51 | 0 ,37 | 0 ,29 | 0 ,37 | 0 ,44 |
| 3 | 93,5 | 28,5 | 133 | 38 | 293,0 | 0 ,44 | 0 ,40 | 0 ,41 | 0 ,41 | 0 ,41 | 0 ,48 |
| 4 | 104,5 | 57 | 169,5 | 57 | 393,5 | 0 ,44 | 0 ,62 | 0 ,51 | 0 ,39 | 0 ,49 | 0 ,54 |
| 5 | 94 | 65,5 | 202 | 57 | 411,0 | 0 ,52 | 0 ,65 | 0 ,60 | 0 ,73 | 0 ,61 | 0 ,60 |
| 6 | 94 | 46,5 | 170 | 57 | 367,5 | 0 ,59 | 0 ,81 | 0 ,71 | 0 ,76 | 0 ,70 | 0 ,66 |
| 7 | 85,5 | 19 | 128,5 | 57 | 290,0 | 0 ,64 | 1 ,27 | 0 ,87 | 0 ,81 | 0 ,81 | 0 ,73 |
| 8 | 57 | 28,5 | 62 | 19 | 166,5 | 0 ,62 | 0 ,93 | 0 ,91 | 0 ,33 | 0 ,75 | 0 ,81 |
| 9 | 28,5 | 19 | 19 | | 66,5 | 0 ,74 | 1 ,23 | 1 ,14 | | 1 ,00 | 0 ,88 |
| 10 | 38 | 42,5 | 42,5 | | 123,0 | 0 ,91 | 0 ,91 | 1 ,12 | | 0 ,98 | 0 ,96 |
| 11 | 8,5 | 13 | 32 | | 53,5 | 0 ,51 | 0 ,73 | 0 ,96 | | 0 ,83 | 1 ,04 |
| 12 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | | 28,5 | 1 ,19 | 0 ,72 | 1 ,13 | | 1 ,01 | 1 ,12 |
| 13 | | | | | | | | | | | 1 ,20 |
| 14 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | | 28,5 | 1 ,51 | 0 ,78 | 1 ,37 | | 1 ,22 | 1 ,28 |

Für den Fall, dass die Auffassung der schärfsten Bilder, in den Mikroskopen, von einem Beobachter zum anderen, und für denselben Beobachter vom einen Tage zum anderen, nicht wechselte, würden die in der letzten Columne enthaltenen Zahlen einfach durch $\sqrt{10}$ dividirt werden müssen, um den mittleren Fehler jeder Bestimmung zu erhalten; ein blosses Einsehen der S. 164 bis 174 gegebenen Tabellen reicht aber hin um zu zeigen, dass die mittleren Fehler der Bestimmungen viel grösser sind.

Um also die mittleren Fehler der Correctionen der Theilstriche zu ermitteln, wie diese in den Tabellen ge-

funden worden sind, (indem aus allen Bestimmungen einfach das arithmetische Mittel genommen wurde,) musste ich also die oben mitgetheilte Rechnung bei Seite lassen, und nur die in den Tabellen mitgetheilten Zahlen verwerthen. Es konnten aber nur diejenigen Bestimmungen mit einander verglichen werden, welche mit denselben Werthe der Revolution der Mikrometerschraube reducirt waren. Und der mittlere Fehler des Mittels aus allen Bestimmungen musste nachträglich noch der Unsicherheit wegen, welche den benutzten Werthen einer Schraubenrevolution immer noch anhängt, erhöht werden.

Es sei nun, wie früher, $s$ der Abstand eines Seitenstrichs vom Hauptstrich in Theilungsintervallen, d. h. Zehntelmillimetern, die Correction dieses Striches sei im Ganzen $n$ Mal bestimmt, (jedesmal durch 10 Messungen), und zwar $n_1, n_2, n_3, \ldots n_e, \ldots$ Mal in der 1sten, 2ten, 3ten . . . ten . . . Gruppe, wozu der Werth einer Schraubenrevolution $p_1, p_2, p_3 \ldots p_e \ldots$ Mal bestimmt worden ist, so dass

$$n = n_1 + n_2 + n_3 + \ldots n_e + \ldots = [n_e].$$

Man erinnere sich weiter, dass der mittlere Fehler einer Bestimmung des Werthes einer Schraubenrevolution $= \pm\ 0{,}05\ \mu$ beträgt, (Ie Abth. S. 24); nennt man dann $m_s$ den mittleren Fehler einer Bestimmung einer Correction, so hat man für das Quadrat des m. Fehlers jedes Endwerthes einer Correction:

$$\mathrm{m}^2 = \frac{m_s^2}{n} + \frac{1}{n}\left[\frac{n_e}{p_e}\right] \times 0{,}0025\ s^2$$
$$= \frac{1}{n}\left\{ m_s^2 + \left[\frac{n_e}{p_e}\right] \times 0{,}0025\ s^2 \right\}$$

Es musste also erst $m_s$ bestimmt werden. Wegen der kleineren Anzahl der in den Tabellen, S 164 bis 174 enthaltenen Bestimmungen, wurde, nachdem die einzelnen Werthe mit dem Mittel aus jeder Gruppe verglichen waren, die Unterschiede nicht wie früher summirt, sondern quadratirt, und so für jede Gruppe die Gleichungen:

$$(n-1)\ m^2 = [\varepsilon^2]$$

abgeleitet. Alle derartigen Gleichungen, welche bei den verschiedenen Messstangen, für denselben Abstand des Seitenstriches vom Hauptstrich galten, wurden zu einer Gleichung vereinigt, und die sämmtlichen 13 erhaltenen Gleichungen *, auf ähnliche Art, wie dies für die einzelnen Messungen geschehen war, gelöst. Die erste Lösung gab:

$$m_s^2 = 0{,}227\,4 + 0{,}003\,283\ s^2, \text{ mit } [\mu\varepsilon^2] = 45{,}14;$$

die zweite, wobei die Gewichte in Betracht gezogen wurden:

$$m_s^2 = 0{,}196\,044 + 0{,}004\,546\,7\ s^2, \text{ mit } [\mu\varepsilon^2] = 44{,}26\ ^{**},$$

oder:

$$\mathrm{m}_s = \sqrt{(0{,}443)^2 + (0{,}0674\ s)^2}.$$

Diese Formel giebt für $m_s$ die folgende Tafel:

| $s$ | $m_s$ | $s$ | $m_s$ |
|---|---|---|---|
| 1 | 0μ,45 | 8 | 0μ,70 |
| 2 | 0 ,46 | 9 | 0 ,75 |
| 3 | 0 ,49 | 10 | 0 ,81 |
| 4 | 0 ,52 | 11 | 0 ,86 |
| 5 | 0 ,56 | 12 | 0 ,92 |
| 6 | 0 ,60 | 13 | 0 ,98 |
| 7 | 0 ,65 | 14 | 1 ,04 |

In der Tafel XV ist dieser Werth von $m_s$ in Function von $s$ durch eine Curve angedeutet, wie auch, zur Vergleichung, der schon oben besprochene, welche sich auf die einzelnen hinter einander ausgeführten Messungen

* Der Abstand = 13 Intervallen kam nicht vor, = 14 Intervallen wohl.

** Der Unterschied zwischen diesen Werthen ist deshalb geringer als früher, weil der 5e Strich, der den grossten Beitrag liefert, in beiden Lösungen denselben Werth für $s$ giebt.

desselben Tages bezieht, während eine dritte Curve die Ordinaten der zweiten: $\sqrt{10}$ angiebt, welche den mittleren Fehler einer Bestimmung angeben würden, im Falle dass keine tägliche und persönliche Variation der Auffassung bestand.

Als Beispiel der Berechnung des mittleren Fehlers einer Correction wahlen wir Strich 14 der Theilung Na, bei welcher die grösste Anzahl Gruppen vorkommt. Der Hauptstrich ist hier 10, also $s = 4$. Es sind im Ganzen $n = 10$ Bestimmungen in 4 Gruppen vorhanden, für diese hat man:

$$\begin{array}{lll} n_1 = 3 & \qquad & p_1 = 7 \\ n_2 = 3 & & p_2 = 2 \\ n_3 = 1 & & p_3 = 3 \\ n_4 = 3 & & p_4 = 8 \end{array}$$

Die Formel giebt also für diese Correction:

$$m^2 = \frac{1}{10}\left\{\left(\frac{3}{7} + \frac{3}{2} + \frac{1}{3} + \frac{3}{8}\right) \times 0{,}0400 + 0{,}2688\right\} = 0{,}0374 \text{ und } m = \pm\ 0{,}19$$

Wir werden nun eine Recapitulation der gefundenen Theilungsfehler, im Sinne Correction, und ihrer mittleren Fehler folgen lassen:

**Ia, (Hauptstrich : 15)**

| Strich | Corr | M. F. |
|---|---|---|
| 26 | + 2μ,05 | ± 0μ,12 |
| 25 | + 2 ,86 | 0 ,47 |
| 21 | + 2 ,16 | 0 ,265 |
| 20 | + 1 ,01 | 0 ,19 |
| 19 | + 2 ,12 | 0 ,32 |
| 17 | + 0 ,43 | 0 ,27 |

**Ib, (Hauptstrich : 5)**

| Strich | Corr. | M. F. |
|---|---|---|
| 8 | — 0μ,585 | ± 0μ,35 |

**Ic, (Hauptstrich : 15)**

| Strich | Corr. | M. F. |
|---|---|---|
| 11 | + 0μ,44 | ± 0μ,24 |
| 10 | — 1 ,21 | 0 ,33 |
| 9 | + 0 ,83 | 0 ,36 |
| 8 | — 0 ,33 | 0 ,39 |
| 7 | — 1 ,17 | 0 ,43 |
| 6 | — 1 ,22 | 0 ,46 |
| 5 | — 1 ,10 | 0 ,50 |

**IIa, (Hauptstrich : 15) ***

| Strich | Corr. | M. F. |
|---|---|---|
| 29 | — 1μ,83 | ± 0μ,70 |
| 27 | — 2 ,56 | 0 ,61 |
| 25 | — 2 ,37 | 0 ,53 |
| 24 | + 2 ,40 | 0 ,40 |
| 23 | + 6 ,96 | 0 ,38 |
| 22 | + 7 ,25 | 0 ,40 |
| 21 | + 6 ,20 | 0 ,38 |

**IIb, (Hauptstrich : 5)**

| Strich | Corr. | M. F. |
|---|---|---|
| 9 | — 1μ,30 | ± 0μ,28 |
| 8 | — 0 ,57 | ± 0 ,25 |

**IIc, (Hauptstrich : 3)**

| Strich | Corr. | M. F. |
|---|---|---|
| 4 | — 0 ,51 | ± 0 ,23 |

**IId, (Hauptstrich : 5)**

| Strich | Corr. | M. F. |
|---|---|---|
| 3 | — 1 ,59 | ± 0 ,24 |
| 2 | — 0 ,94 | 0 ,25 |

**IIe, (Hauptstrich : 15)**

| Strich | Corr. | M. F. |
|---|---|---|
| 11 | 0μ,67 | ± 0μ,24 |
| 10 | — 0 ,68 | 0 ,27 |
| 9 | — 1 ,11 | 0 ,36 |
| 8 | 1 ,69 | 0 ,38 |
| 7 | — 1 ,32 | 0 ,43 |
| 6 | — 1 ,58 | 0 ,46 |
| 5 | 0 ,53 | 0 ,50 |

* Diese Theilung war, einigermassen in Eile, von Herrn H. Olland in Utrecht angefertigt, als die vorige, von den Herren Repsold gelieferte, im Haarlemmermeerpolder zerbrochen war; siehe S. 5 dieser Abtheilung

| IIIa, (Hauptstrich : 10) | | | IVa, (Hauptstrich : 10) | | | Na, (Hauptstrich : 10) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Strich | Corr. | M. F. | Strich | Corr. | M. F. | Strich | Corr. | M. F. |
| 17 | + 1μ,67 | ± 0μ,33 | 17 | + 0μ,60 | ± 0μ,33 | 18 | + 0μ,67 | ± 0μ,335 |
| 16 | + 0 ,75 | 0 ,30 | 16 | + 0 ,64 | 0 ,30 | 17 | + 0 ,09 | 0 ,30 |
| 15 | + 1 ,86 | 0 ,27 | 15 | + 2 ,88 | 0 ,27 | 16 | + 0 ,18 | 0 ,27 |
| 14 | + 1 ,62 | 0 ,24 | 14 | + 0 ,55 | 0 ,24 | 15 | + 1 ,36 | 0 ,24 |
| 13 | — 0 ,28 | 0 ,22 | 13 | 1 ,03 | 0 ,22 | 14 | + 0 ,32 | 0 ,19 |
| 12 | — 0 ,37 | 0 ,20 | 12 | — 0 ,52 | 0 ,20 | 13 | + 0 ,56 | 0 ,25 |
| 11 | — 0 ,17 | 0 ,185 | 11 | 0 ,01 | 0 ,185 | 12 | + 0 ,61 | 0 ,235 |
| | | | | | | 11 | — 0 ,09 | 0 ,225 |

| IIIb, (Hauptstrich : 5) | | | IVb, (Hauptstrich : 5) | | | Nb, (Hauptstrich : 5) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Strich | Corr. | M. F. | Strich | Corr. | M. F. | Strich | Corr. | M. F. |
| 6 | — 1μ,88 | ± 0μ,22 | 4 | — 0μ,27 | ± 0μ,22 | 4 | — 2μ,56 | ± 0μ,22 |
| | | | | | | 6 | — 2 ,58 | 0 ,22 |

Die Correction der Striche 6 von IIIb und 4 von IVb sind an der Ablesungen bei den Vergleichungen der Messstangen mit den Normalmeter abgeleitet; wir haben ihnen einen mittleren Fehler wie der Correctionen der Striche 4 und 6 von Nb zugeschrieben.

Es erübrigt noch die Theilungsfehler zu besprechen einer neuen Theilung, welche vor der Basismessung bei Tangsil an die Stelle der beschädigten IIₒ gesetzt worden war.

Hauptmann Helb hat im October 1881 die Theilungsfehler der Striche 5—11 dieser Theilung in Bezug auf den Hauptstrich 15 bestimmt. Während aber, wie aus dem Vorhergehenden bekannt ist, für die Bestimmung der Gänge der Mikrometerschrauben im den Jahren 1872 und 1873 die Grade eines getheilten Kreises verwendet wurden, benutzte Hauptmann Helb dazu zwei Theilstriche, deren Fehler schon früher von uns bestimmt worden waren, nämlich 10—16, resp. 11—17 vom Normal-links, Na, oder auch 21—27 der Theilung IIa. Er führte diese Gangbestimmung zweimal aus, nämlich sowohl vor, als nach der Bestimmung der Theilungsfehler. Er fand den Gang für Mikroskop II den kleinsten, und benutzte dieses also auch für die Bestimmung der Theilungsfehler. Ausserdem liess sich die Endtheilung IIₒ doch am bequemsten mit dem rechten Mikroskop II bestimmen.

Die gefundenen Gänge waren

| | | | | | g' |
|---|---|---|---|---|---|
| Vor: | Aus | Strich | 10—16 | Na | — 0,000 08 |
| | „ | „ | 11—17 | „ | + 0,000 37 |
| Nach: | „ | „ | 10—16 | „ | + 0,000 77 |
| | „ | „ | 11—17 | „ | + 0,001 23 |
| | | | | | + 0,000 57 |

Also + 0μ,057 für eine Revolution.

Bei der Bestimmung der Gänge ist ausdrücklich in der Reinschrift der Messungen erwähnt, dass nach jedem Hin-und Zurückgang des Mikroskops, dieses aufs Neue gelöst und eingestellt wurde; bei der Bestimmung der Cor-

rectionen der Striche 5 bis 11 ist dies aber höchtstwahrscheinlich nicht geschehen, denn die Summe der Abweichungen vom ar. Mittel, $[\pm\ \varepsilon]$ sind nahezu gleich, (im Mittel 9,5 M = 2,64), während sie, wenn wirklich jedesmal neu focirt würde, für die grösseren Abstände vom Hauptstrich hätten zuwachsen müssen.

Das vom Hauptmann Helb gefundene Resultat ist in der folgenden Tabelle enthalten.

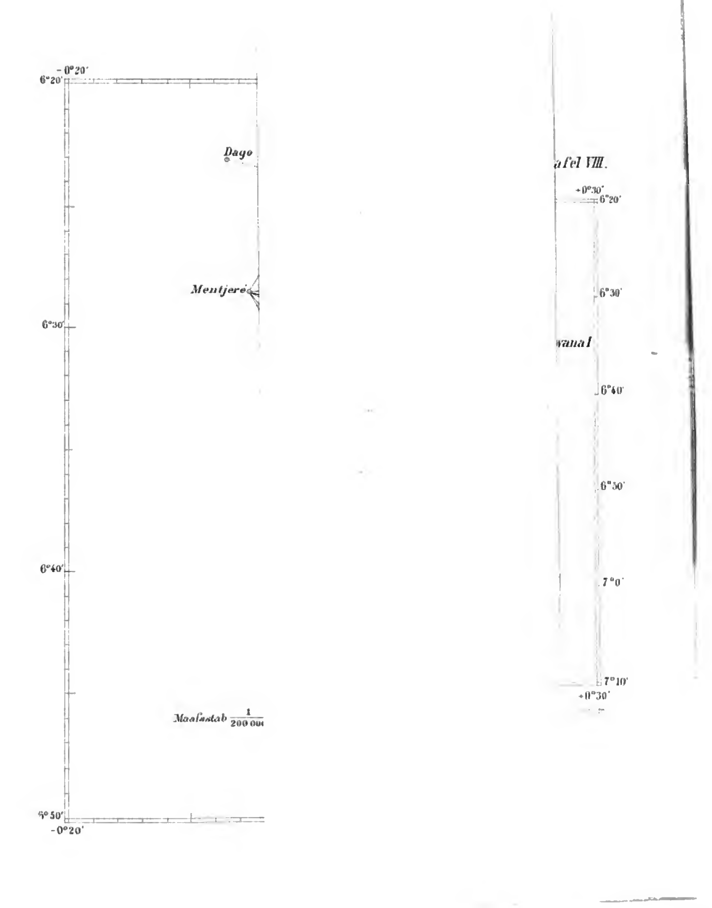
CORRECTIONEN DER STRICHE DER THEILUNG IIc *. (Hauptstrich 15).

| Strich | Gefunden | Corr. für Gang. | Correction | M. Fehler |
|---|---|---|---|---|
| 11 | + 2p,61 | + 0p,23 | + 2p,84 | ± 0p,54 |
| 10 | + 2 ,80 | + 0 ,29 | + 3 ,09 | 0 ,57 |
| 9 | + 4 ,20 | + 0 ,34 | + 4 ,54 | 0 ,62 |
| 8 | + 4 ,70 | + 0 ,40 | + 5 ,10 | 0 ,67 |
| 7 | + 4 ,83 | + 0 ,46 | + 5 ,29 | 0 ,73 |
| 6 | + 5 ,58 | + 0 ,51 | + 6 ,10 | 0 ,78 |
| 5 | + 6 ,27 | + 0 ,57 | + 6 ,84 | 0 ,84 |

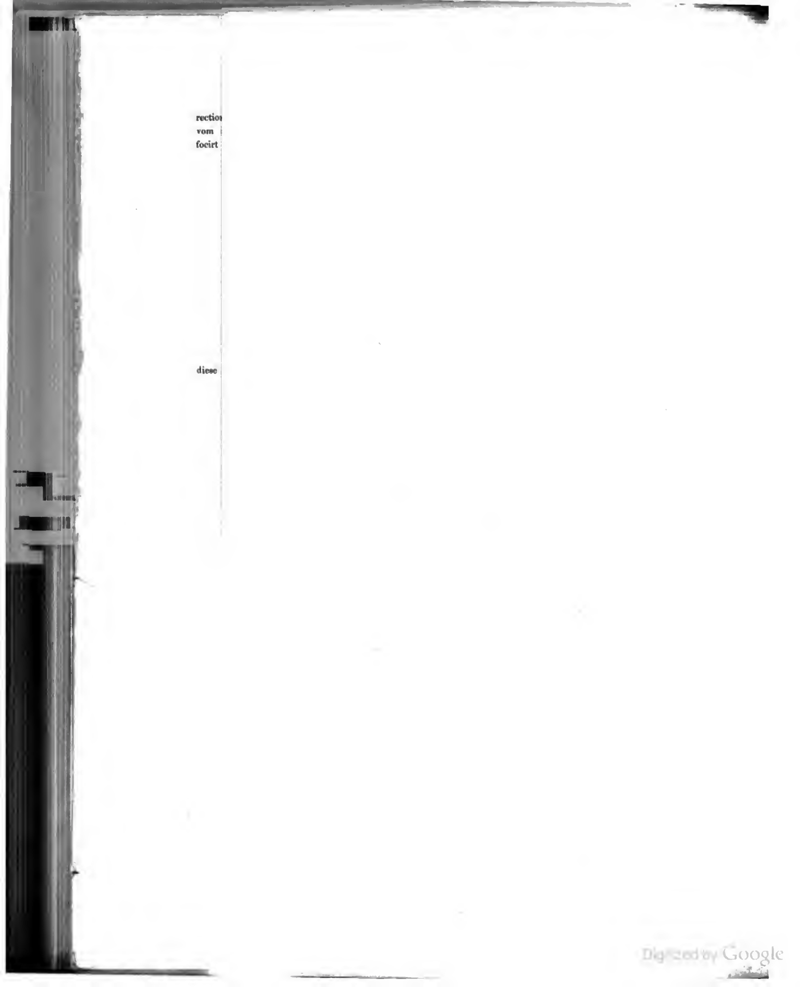
Die letzte Columne ist berechnet worden, indem $n = 1$, $n_{,} = 1$, $p_{,} = 4$ genommen wurde; ich möchte diese mittleren Fehler nicht gern niedriger annehmen

# ERRATA.

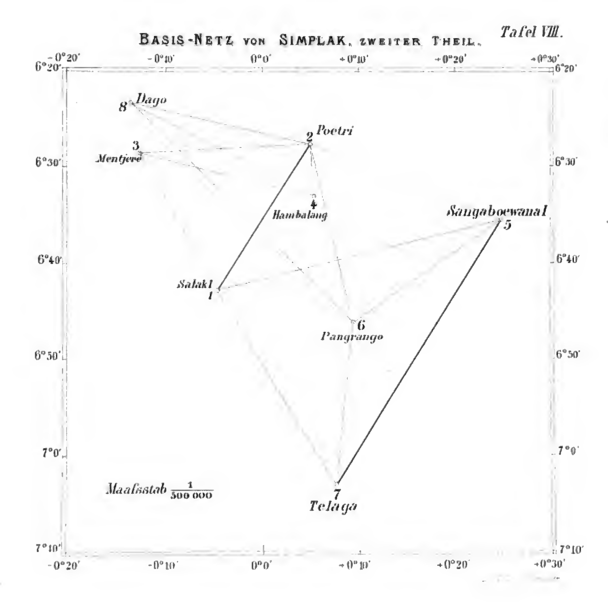
S. 14. 4ᵉ Columne, Z. 7 v. u., fehlt des Vorzeichen +.
" 14, 7ᵉ " " 1 v. u., steht — 1,13 statt + 1,13.
" 18, Z. 6 v. u., steht § statt § 4.
" 22, " 21, " $M^2$ " $[M^2]$.
" 22, 23, 24, " Mentjerch " Mentjeré
" 34, Z. 8 und 1 v. u. fehlt das Vorzeichen +.
" 35, " 14 steht 0 — statt 0 =.
" 54, " 6, " 44° 56' " 43° 56'.
" 57, " 15, steht 1809 statt 1807.
" 59, § 9, Der hier benutze Log. Sin Poetri- Salak 1 ist um 3 75 Einheiten der siebenten Decimalstelle kleiner als er nach S. 43, Z. 8 sein sollte; siehe hierüber den Schluss des ersten Nachtrages.
" 75, Z. 9, steht werthe statt Werthe
" 92, " 25, " (23)—(23) " (25)—(23).
" 114, " 1, " Ahth. " Abth.
" 117, " 7, " SÈBÉR. " BÈSÈR.

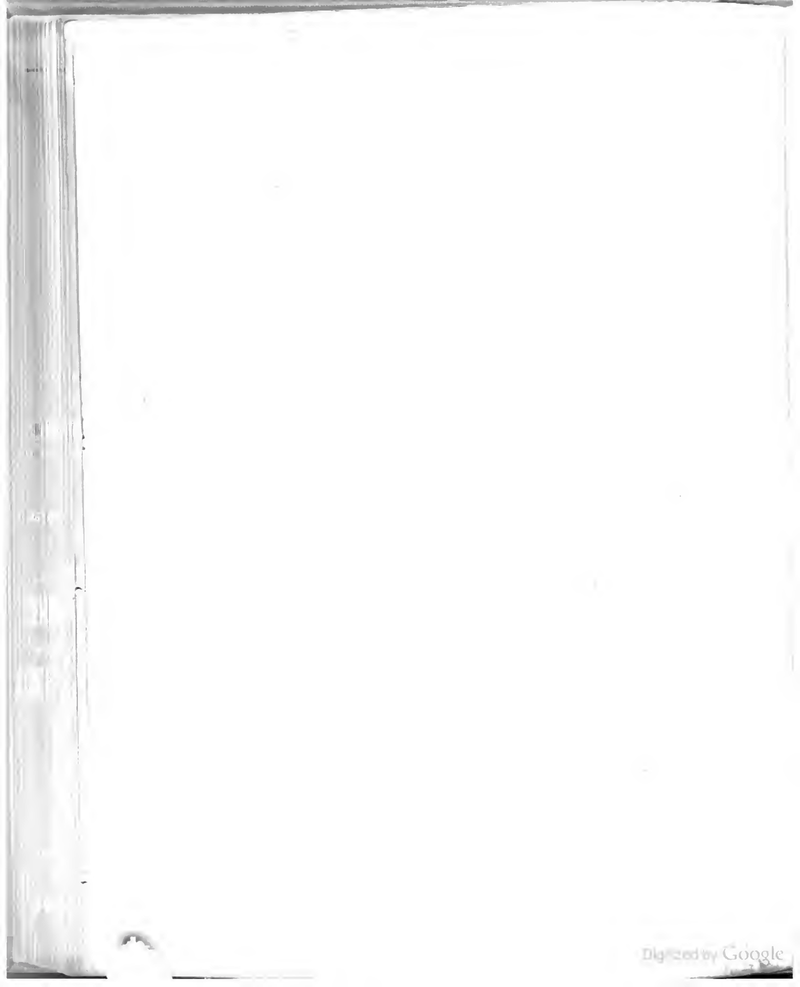


-0°20'
6°20'
Dago
Mentjere
6°30'
6°40'
Maafsstab 1/200 000
6°50'
-0°20'
afel VIII.
+0°30'
6°20'
6°30'
wanal
6°40'
6°50'
7°0'
7°10'
+0°30'

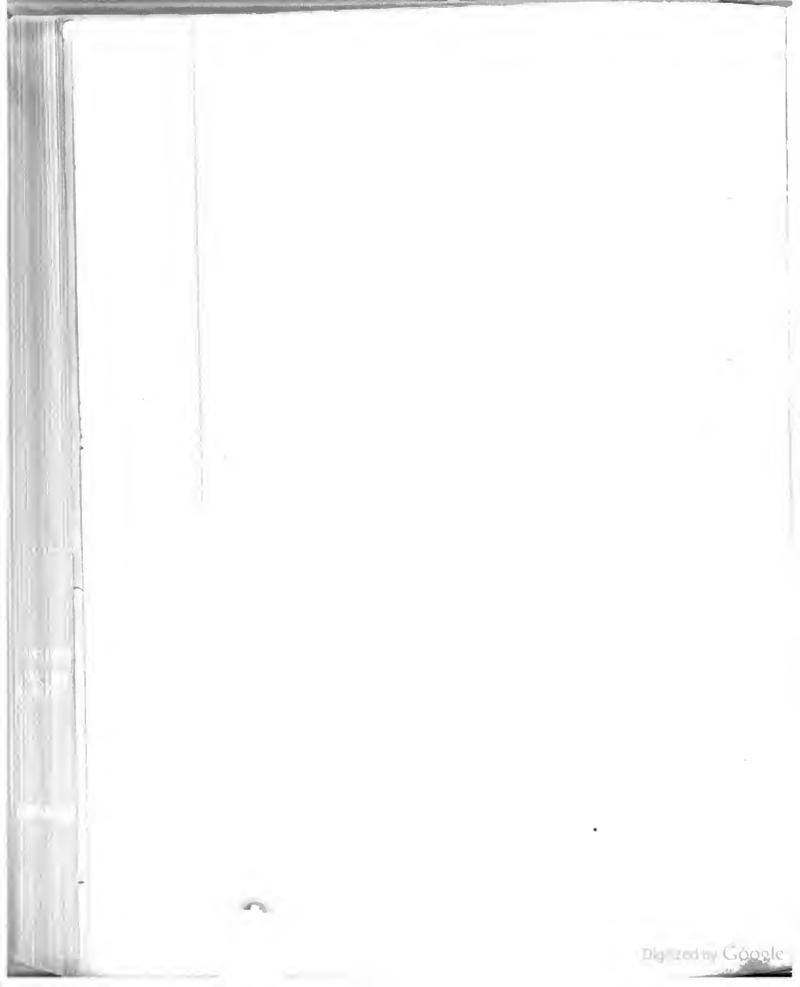


rectio
vom
focirt
diese

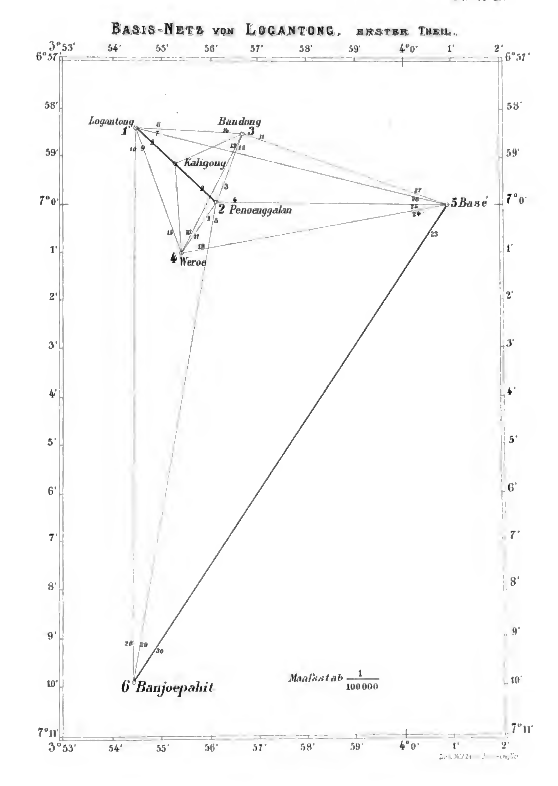

Basis-Netz von Simplak, zweiter Theil.
Tafel VIII.
-0°20'
-0°10'
0°0'
+0°10'
+0°20'
+0°30'
6°20'
6°30'
6°40'
6°50'
7°0'
7°10'
8 Dago
2 Poetri
3 Mentjerè
4 Hambalang
Sangaboewana I 5
Salak I 1
6 Pangrango
7 Telaga
Maafsstab 1/500 000




Barekan

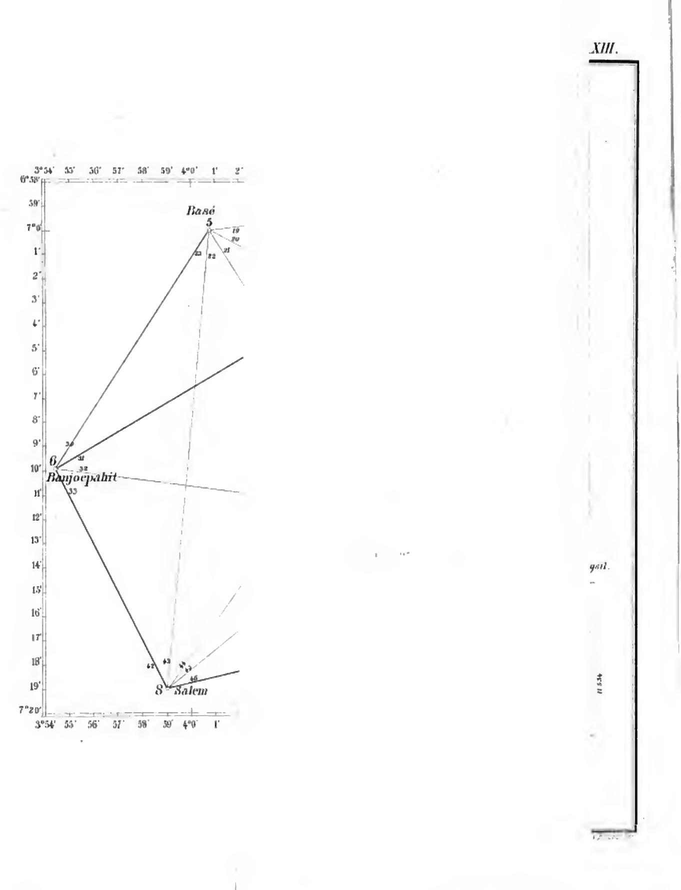


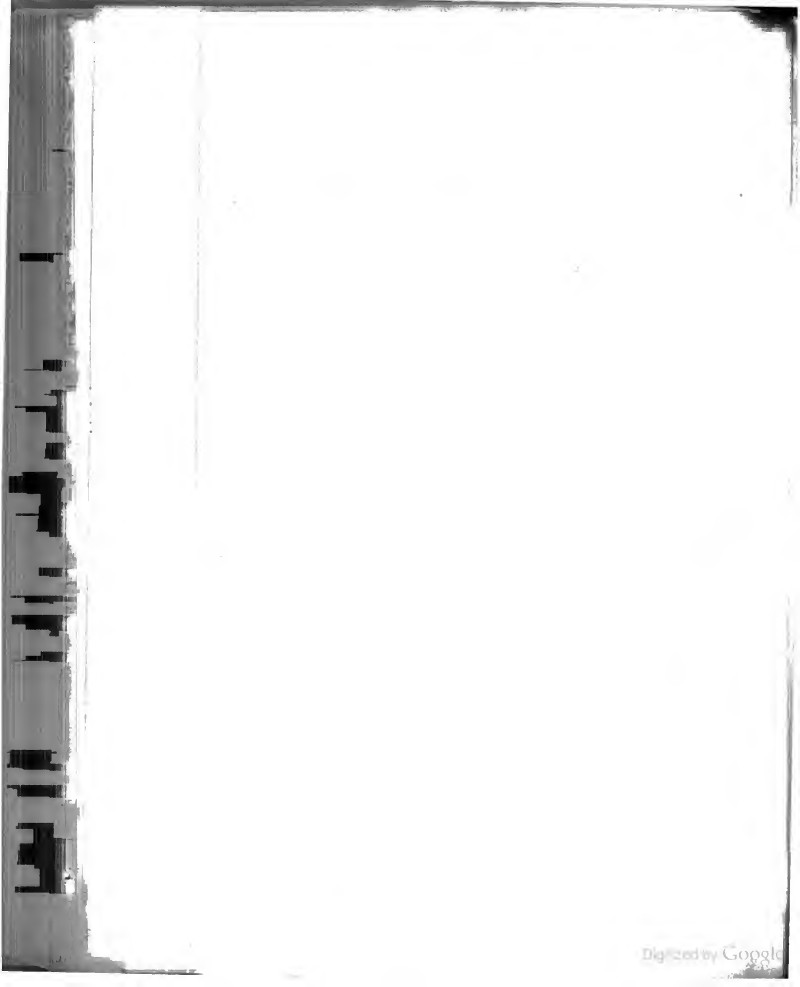
Tafel X.



BASIS-NETZ VON LOGANTONG, ERSTER THEIL.
Logantong
1
Bandong
3
Kaligong
2 Penoeenggalan
5 Basé
4 Weroe
6 Banjoepahit
Maafsstab 1/100000




XIII.
Basé
5
6
Banjoepahit
8
Salem
3°54'
55'
56'
57'
58'
59'
4°0'
1'
2'
6°58'
59'
7°0'
10'
19'
7°20'



# PLAN

des Basisterrains

bei TANGSIL,

aufgenommen

vom Assistenten

A. de Vletter.

Maafsstab $\frac{1}{20000}$.

(März 1878)

Kampong od. Dorf.

Wald.

Regierungs Kaffeepflanzung.

Sawah od. Reisfeld, dessen Bepflanzung nicht vom Regen abhängig ist.

Tegal od. Ackerland, dessen Bepflanzung vom Regen abhängig ist.

Todtenacker.

Hauptstrasse.

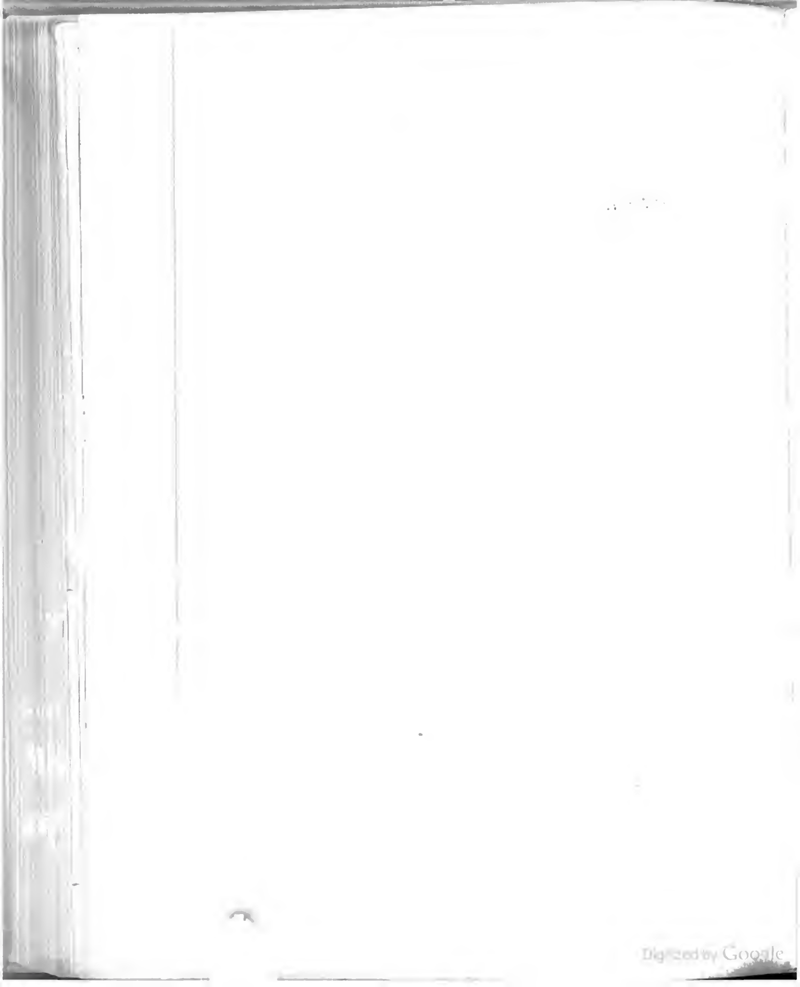
Landweg.

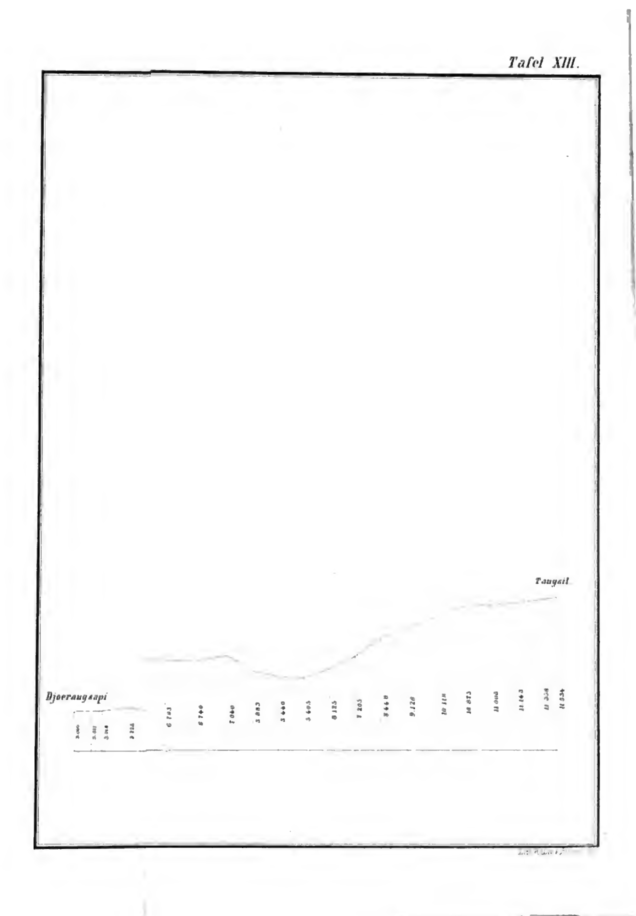
Wasserleitung.

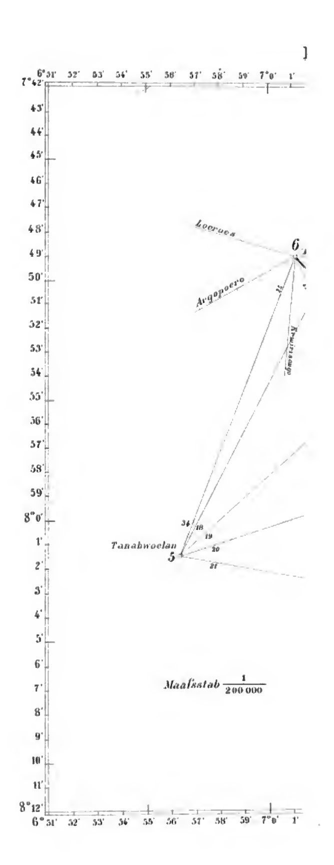
Fluss.

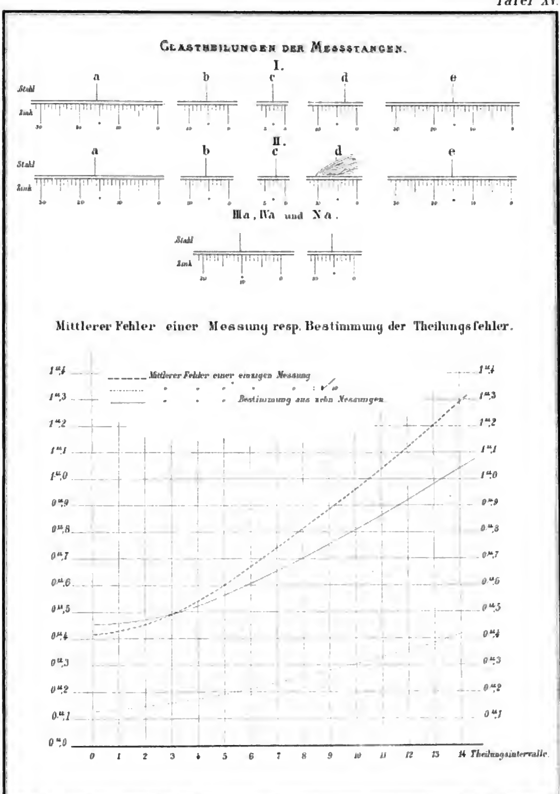
Wohnung des District-Haupts.

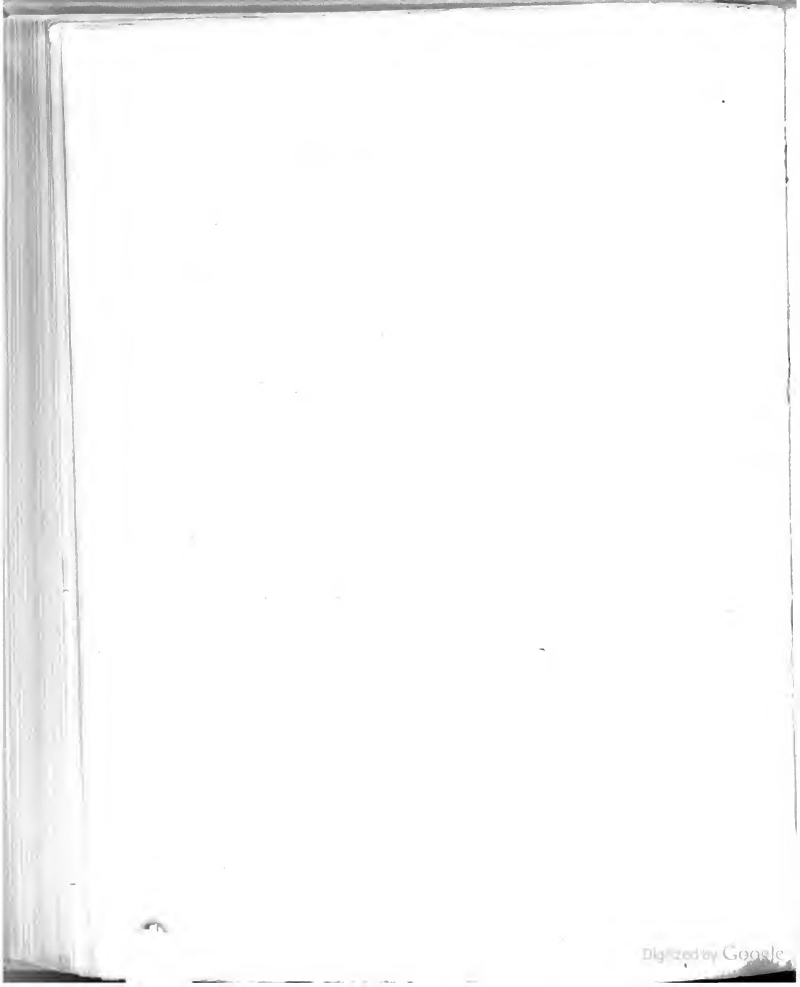
nach Besés




Tafel XIII.
Taugsil
Djoeraugsapi

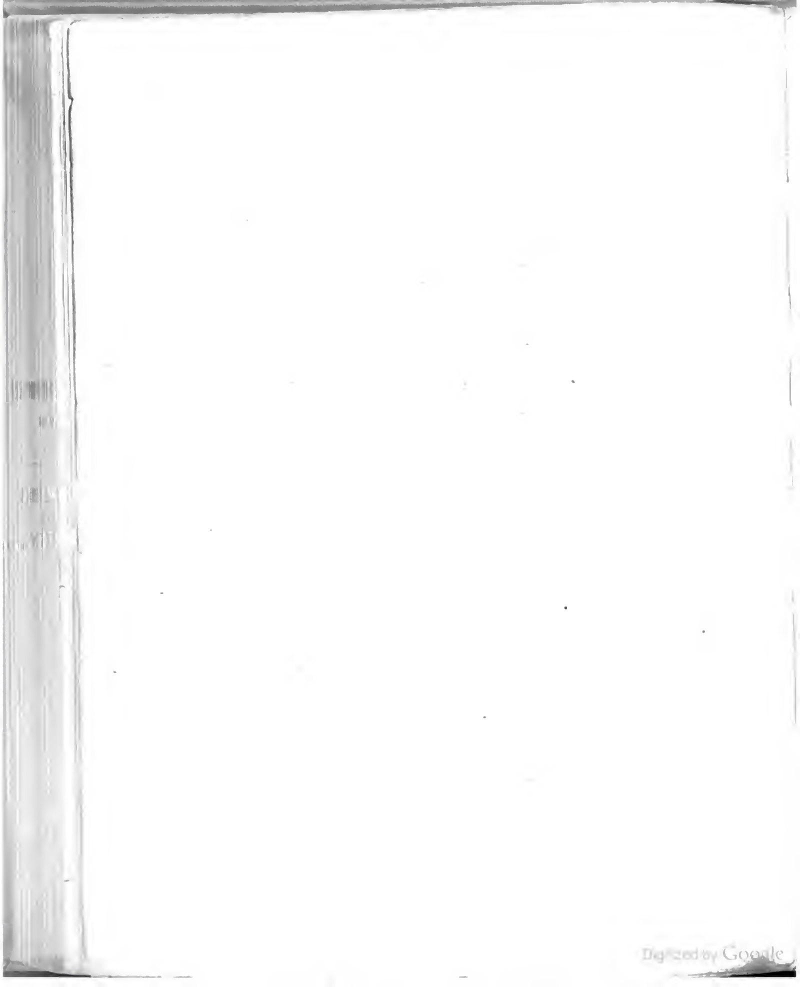

Loeroes
6
Argopoero
Tanahwoelan
5
Maafsstab $\frac{1}{200\,000}$


Glastheilungen der Messstangen.
I.
a
b
c
d
e
Stahl
Zink
II.
IIIa, IVa und Xa.
Mittlerer Fehler einer Messung resp. Bestimmung der Theilungsfehler.
Mittlerer Fehler einer einzigen Messung
Bestimmung aus zehn Messungen
Theilungsintervalle.


Digitized by Google

# DIE TRIANGULATION VON JAVA

## VIERTE ABTHEILUNG



# DIE TRIANGULATION VON JAVA

AUSGEFÜHRT VOM

# PERSONAL DES GEOGRAPHISCHEN DIENSTES

IN

# NIEDERLÄNDISCH OST-INDIEN

## VIERTE ABTHEILUNG

DAS PRIMÄRE DREIECKNETZ

IM AUFTRAG DES MINISTERIUMS DER KOLONIEN UND UNTER MITWIRKUNG VON


**J. C. A. VAN ASPEREN, Geogr. Ingenieur in Ost-Indien a. D.**
**M. L. J. VAN ASPEREN, Kapitän zur See a. D.**
**W. G. TEUNISSEN, Assistenten bei dem Geogr. Dienst in Ost-Indien a. D.**

BEARBEITET VON

**DR. J. A. C. OUDEMANS**

**Professor der Astronomie an der Reichs-Universität zu Utrecht, ehemaligem Hauptingenieur und Chef des Geographischen Dienstes in Ost-Indien**



**DRUCK VON JOH. ENSCHEDÉ EN ZONEN ZU HAARLEM**

HAAG
MARTINUS NIJHOFF
1895

# INHALT.

# ERRATA.

## ERSTE ABTHEILUNG.

S. 1, Z. 1 v. u., steht 23 statt 35.

„ 30, „ 14 „ „ „ $\frac{527}{10,3} : \frac{706}{8,75}$ statt $\frac{706}{8,75} : \frac{527}{10,3}$

„ 31, „ 12 „ Normalmeters statt Normalmeter.

„ 63, „ 13 „ „ „ + 59,65 statt — 59,65.

„ „ „ 1 „ „ „ 165,59 „ 164,59.

„ 64, „ 23 „ V „ *v*.

„ 24. Hier ist zu bemerken dass nach einer Mittheilung von Stamkart auch bei den Messungen in Amsterdam das Platinmeter immer in seiner Dose gelegen hat.

„ 65, „ 18. Die Ursache des Misslingens soll vielmehr daran gelegen haben, dass Stamkart, wie er mir mitgetheilt, die Versuche nur bei *auffallendem* Lichte genommen hat.

## ZWEITE ABTHEILUNG.

S. 11, Z. 12, steht Taf. IV statt Taf. VI.

## DRITTE ABTHEILUNG.

S. 25, Z. 4, steht 106° 38′ statt 106° 58′.

„ 33, „ 11, „ Gellibrand, Trigonometria Britannica, statt Vlacq, Trigonometria artificialis.

„ 36, „ 3, „ { (6) — (3) } statt { (6) — (5) }.

„ 37, „ 24, „ [23] + [24], „ [23] + [24].

„ 60, „ 12, v. u., steht Hambalang statt *Hambalang*.

„ 82, „ Richtung Banjoepahit, 2e Zahl, steht 29,92 statt 32,42. (Dieser Fehler wurde entdeckt bei der Berechnung des mittleren Fehlens einer Einstellung des Fernrohrs und Ablesung des Kreises, aus Vergleichung von Objectiv rechts mit Objectiv links, 4e Abtheilung, S. 160). Die Sekunden der Resultate werden demzufolge respective: 0″,00; 34″,55; 14″,48; 53″,52: 16″,55 und 31″,85, also die letztere Zahl um 0″,65 mehr als früher. Es würde die Mühe nicht lohnen, die ganze Ausgleichung des Basisnetzes von Logantong wegen dieser Verbesserung umzuarbeiten, um so mehr weil die Correctionen (1) bis (5), S. 98, eine günstigere

Quadratsumme geben. Dieselben werden nämlich nun resp. — 0",056; — 0",210; + 0",020; + 0",019 und + 0",475, und $[p\nu^2]$ wird 2,82 statt 3,74. S. 110 wird $26\,\mu^2 =$ 4,43, $\mu^2 = 0{,}170$ und $\mu = \pm$ 0",412; die mittleren Fehler, welche weiter folgen, müssen um $\frac{1}{11}$ ihres Betrags vermindert werden.

S. 84, Z. 6 v. u. steht 7 Salem statt 8 Salem.

„ 99, „ Die Ableitung der Formel am Fuss der Seite kann, nach einer brieflichen Mittheilung des Herrn Prof. Schols, einfacher so abgeleitet werden. Für jeden Rotationskörper gilt, wie man leicht sieht, die Formel $dA = H\varrho'' \frac{N_m - R_m}{2\,N_m\,R_m} \mathit{Sin}\,2\,A_m$. Für das Ellipsoid ist aber $\frac{N_m - R_m}{N_m} = \frac{e^2}{1-e^2} \mathit{Cos}^2\,B_m$, und so folgt die Formel unmittelbar.

„ 104, „ 8 v. u. steht 53,21 statt 53,52.

„ 140, Tanahwoelan, Richtung Soeket, 2e Zahl, steht 33,10 statt 53,10.

„ „ , Bèsèr, Richtung Tanahwoelan, 2e Zahl, steht 35,06 statt 36,06, (s. S. 150).

„ 151, Z. 4 v. u. steht 4,366 ... statt 4,369 ...

## VIERTE ABTHEILUNG.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| S. 90, | Z. 10, | steht | 9,5775152 | statt | 4,5775152. |
| „ 105, | „ 10, | „ | 5,4000821 | „ | 4,4000821. |
| „ 112, | „ 1, | fehlt § 3. | | | |
| „ 131, | „ 18, | steht | 39,15 | „ | 36,93. |
| | „ 18, | „ | 42,62 | „ | 40,40. |
| „ 135, | „ 14 v. u. | „ | 1",8 | „ | — 1",8. |

# Die Triangulation von Java. Vierte Abtheilung.
# Das primäre Dreiecknetz.

## HISTORISCHE EINLEITUNG.

Nachdem der Geographische Ingenieur S. H. de Lange * die Polhöhe, und mittels Mondbeobachtungen die Länge von Batavia und Menado, und überdies noch die Lage verschiedener Punkte, sowohl in der Residentschaft Menado als auf der Hin- und Rückreise bestimmt hatte, wurde im Jahre 1854 die Triangulation von Java in der Residentschaft Cheribon angefangen.

Der Zweck dieser Triangulation war die Lieferung fester Punkte für die seit kurzem angefangene Aufnahme behufs Verfertigung einer militärischen und topographischen Karte. Die grösste Genauigkeit wurde dabei nicht gefordert, auch war de Lange nur mit dürftigen Hülfsmitteln ausgerüstet, da mit seiner Ernennung im Jahre 1849 mehr bestimmt die astronomische Ortsbestimmung im O. I. Archipel bezweckt worden war.

Im Jahre 1851 war ihm ein Assistent in der Person seines Bruders G. A. de Lange ** beigegeben worden, so dass die Triangulation von den beiden Brüdern in Angriff genommen wurde. Eine vorläufige Grundlinie ward unweit Cheribon, dem Strande entlang, mit einer Messkette gemessen, und aus dieser, mittels ein Paar Dreiecke, die Entfernung zweier Gipfel (Kromon und Tjerimai) bestimmt.

Sehr bald erkrankte aber der Ingenieur S. H. de Lange und musste mit Urlaub nach Europa zurückkehren, er erreichte aber die Heimath nicht mehr und starb, am 29 Mai 1855, an Bord des Schiffes «Palembang", bald nach seiner Abfahrt.

So setzte Herr G. A. de Lange, der seinem Bruder bald als Ingenieur nachfolgte, in den Jahren 1855 bis 57 die Triangulation über die Residentschaften Banjoemas, Bagelen und Kadoe fort, nachdem erst ein Anschluss an Batavia, durch das Azimuth, vom Pangerango aus, der Hafenwarte (Uitkijk) zu Batavia, und den Breiten-Unterschied dieser Orte angestrebt worden war.

Als Assistent war ihm zunächst zeitweilig der Controleur, Doctor phil. J. J. van Limburg Brouwer, sodann der in Holland ernannte Herr C. F. J. Jaeger zugefügt.

Wie es mit Arbeiten ungewohnter Art häufig geht, wenn dieselben von einem Personal ausgeführt werden müssen, welches dafür nicht gründlich und wissenschaftlich vorbereitet ist, zumal in einer Kolonie, wo oft die Mittel fehlen, sich über das was man nicht kennt zu unterrichten, so hatte auch Herr

---

* Vor seiner Ernennung (1849) Lieutenant zur See 1e Classe z. D.; früher mit dem Unterricht der Mathematik und Nautik am Marine-Institut zu Medemblik beauftragt. Nachdem er sich unter Kaiser's Leitung während eines Jahres auf der Sternwarte zu Leiden im Anstellen von astronomischen Beobachtungen geübt hatte, reiste er im August 1850 nach Batavia ab.

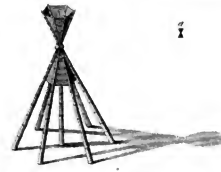
** Damals Lieutenant zur See 2e Classe, jetzt, im Juli 1892, im Haag wohnhaft.

de Lange mit vielen Widerwärtigkeiten zu kämpfen. Nur Eins gereichte damals den Terrainarbeiten zu Vortheil, was später geändert worden ist. Das Niederhauen von Bäumen und Errichten von Signalen und Unterkunfts-Hütten auf den Gipfeln wurde nämlich im Frohn- oder sogenannten Herrendienst ausgeführt. So war er Ende 1857 bis an die östliche Grenze Kadoe's gelangt und hatte sogar den Anschloss an die Residentschaft Samarang erreicht.

Im Jahre 1857 wurde mir vom Minister der Kolonien die Stelle eines Haupt-Ingenieurs und Chefs des Geographischen Dienstes in Ost-Indien angeboten. Meine specielle Aufgabe war »die geographische Ortbestimmung durch astronomische Beobachtungen im Ost-Indischen Archipel," bald aber wurde mir auch die Leitung der Fortsetzung der Triangulation übertragen. Herr G. A. de Lange hatte aber den Staatsdienst verlassen und mein Bestreben, ihn wieder für die Triangulation zu gewinnen, blieb ohne Erfolg.

Die Triangulation war inzwischen ins Stocken gerathen. Es wurden nun im J. 1861 der Lieutenant zur See 1e Classe J. C. A. van Asperen zum Ingenieur und im folgenden Jahre der Seconde-Lieutenant der Artillerie J. C. W. R. Th. Band und der Lieutenant zur See 2e Classe F. W. Voswinkel Dorsden zu Assistenten ernannt; diese Herren übten sich Einer nach dem Anderen erst zu Batavia im Gebrauche des Universal-Instrumentes ein, reisten dann aber nach dem Terrain ab.

Von den Herren Ingenieuren De Lange oder besser von Herrn G. A. de Lange, (denn der ältere Bender hat eigentlich nur am Entwerfen des ersten Anfanges theilgenommen,) war kein Unterschied zwischen primären und secundären Dreiecken gemacht worden; er liess auf ausgewählten Gipfeln Bambus-Signale errichten, beobachtete, auf jedem Gipfel, auf einem improvisirten Bambus-Dreifuss alle sichtbaren Signale, und bei der für den Zweck immer vortrefflichen Theilung des 8zölligen Pistorschen Universal-Instruments * legte er sich nicht besonders auf eine übertriebene Wiederholung der Messungen. Heliotrope wandte er nur dann an, wenn ein Standpunkt in der Ebene für einen Beobachter auf einem Gipfel sichtbar gemacht werden musste, denn man darf in Java, der Undurchsichtigkeit der unteren Luftschichten wegen, gar nicht darauf rechnen, von einem Gipfel herab ein Bambus-Signal in der Ebene zu unterscheiden. Ganz anders verhält sich die Sache, wenn man ein derartiges Signal auf einem Gipfel oder Bergrücken, gegen den Himmel projectirt sieht, dann kann man es auch auf sehr grossen Entfernungen ganz gut im Fernrohre unterscheiden und dieses darauf richten.




Diese Bambus-Signale wurden auf folgende Art construirt: Ein Bambus-Stamm von der dicksten Sorte, Bamboe Petong genannt, wurde senkrecht in den Grund gesteckt; um ihn herum wurden 6 andere Stämme schräge eingegraben, so dass sie sich dem mittleren Stamm auf etwa zwei Drittel seiner Höhe gleicher Weise anlehnten. An dieser Stelle wurden alle so fest wie möglich mittels Rottang oder Tau, an einander gebunden, so dass das Skelet des Signals aus einer Doppelpyramide bestand. Oberhalb und unterhalb des Halses dieser Doppelpyramide wurden nun die Seitenflächen gleich weit mit Bambus-Flechtwerk ausgefüllt, so dass das ganze Signal aus der Ferne, siehe *a*, wie eine Sanduhr aussah.

* Dieses Instrument, (N° 24 des Preis-Verzeichnisses vom J. 1846, welches in den Astr. Nachr. N° 583, Bd. 25, S. 271 u.f. aufgenommen worden ist.) wurde von der Firma Pistor und Martins im J. 1850 geliefert. Die Kreise hatten einen Durchmesser von 8 Zoll = 19 Cm., das Fernrohr, dessen Objectiv eine Oeffnung = 13 Linien oder 29,3 Mm. hatte, war gebrochen; die Kreise waren nicht verstellbar; die Mikroskope für den horizontalen Kreis an einem starken, um die vertikale Axe drehbaren horizontalen Durchmesser befestigt, und dadurch längs eines Bogens von 166° verstellbar. Die Theilung war in 5'. Ein Umgang der Mikrometerschrauben war = 4', auf der Trommel war jede Minute in 6 Theile von 5 Doppelsekunden getheilt. Die Vergrösserung des Fernrohrs war 32, diejenige der Mikroskope etwa 21 Mal. Ein Theil der festen Libelle war = 3",6, der Stehlibelle = 3",4.

Anfangs wurde auf dieselbe Art fortgearbeitet, nur wurden keine Bambus-Dreifüsse, sondern aus Ziegelsteinen erbaute Pfeiler benutzt; wie Herr de Lange bereits eingeführt hatte, stand der Beobachter auf einem vom Pfeiler isolirten Boden. Zwar sind die Bambus-Signale bei den secundären Messungen mehrfach benutzt worden, im Anfange auch wohl bei primären; die Messungen mussten dann aber auf die bekannte Art auf den Standpunkt reducirt werden. Die erreichbare und auch erreichte Genauigkeit, sowohl bei den horizontalen Winkelmessungen als bei den Polhöhen- und Azimuthbestimmungen veranlassten mich aber einige Zeit später, bei der Regierung den Antrag zu stellen, zu beschliessen die Triangulation van Java solle auch für «Gradmessung" dienen. Bei diesem Antrage meinte ich anfänglich, die Ausdehnung der Insel Java in der Richtung Ost-West sei hinreichend um, indem sechs oder sieben Paar Punkte ausgewählt wurden, welche paarweise auf nahe demselben Meridian, aber an der Nord- und der Südseite lagen, einen nicht zu verschmähenden Beitrag für die Länge eines Meridiangrades bei ungefähr — 8° Breite abzugeben, während auch, bei der Anwesenheit eines Telegrafen auf Java, Bestimmungen von Längegraden sehr leicht auszuführen sein würden.

Als auch die k. Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam diesem Antrage ihren Beifall geschenkt hatte, folgte bald die entsprechende Cabinets-Ordre.

Die Triangulation hatte von Ende 1857 bis Mitte 1861, also während $5\frac{1}{2}$ Jahre gestockt; es kam hinzu, dass die vom Generalstabe ausgeführte Aufnahme durch Vermehrung der Brigaden rascher fortschritt als früher; das Militär-Departement drang also auf Beschleunigung der Triangulation, und so wurde im Jahre 1865 die Nothwendigkeit dargethan, das Personal für die Triangulation mit einem Ingenieur und zwei Assistenten zu vermehren. Herr J. C. W. R. Th. Baud, der älteste Assistent der Anciennität nach, sah sich genöthigt den Dienst Gesundheits-Rücksichten halber zu verlassen. Herr F. W. Voswinkel Dorselen wurde also zum Ingenieur ernannt und Herr C. A. E. Metzger *, der zur Disposition stand, wurde ihm als Assistent beigegeben. Beide arbeiteten vorläufig an der Triangulation der Residentschaften Pekalongan und Tagal, bevor aber die letztgenannte Residentschaft vollendet war, sah sich Herr Voswinkel Krankheit halber gezwungen um Urlaub nach Europa einzukommen. Nach seiner Rückkehr trat er, wie Herr Baud, in den Civildienst über.

Als ich von Herrn Voswinkel, im März 1866, die Nachricht seiner Krankheit erhielt, eilte ich nach Samarang, übernahm dort von demselben die Instrumente und erfuhr von ihm ausführlich welche Messungen noch in der Residentschaft Tagal zu thun übrig geblieben waren.

Da an allen Punkten die Signale und Hütten schon standen, so gelang es mir, innerhalb zweier Monate, die Triangulation der Residentschaft Tagal zu beendigen. Einer der Dreieckspunkte war auch der Slamat, der zweithöchste Vulkan Java's; Herr G. A. de Lange hatte im J. 1855 drei Signale auf dem Kraterrande dieses Berges bei der Triangulation der Residentschaft Banjumas benutzt, auf diesen Punkten selbst aber keine Winkel gemessen. Pfeiler oder Dreifüsse waren auch nicht vorhanden. Die Signale waren von Besuchern abgehauen, die Ueberreste setzten mich aber in den Stand, die relative Lage des von Herrn Voswinkel an der Nordseite gebauten Pfeilers (Slamat IV) und der drei de Lange'schen Punkte (Slamat I, II und III) mittels einer in der Sandsee im Krater gemessenen Grundlinie zu bestimmen.

Das Personal wurde bald, im J. 1866, wieder durch die Ernennung der Assistenten J. L. Baron van Isselmuden, ** H. T. Soeters, *** F. H. A. Flory, **** C. Woldringh ***** und L. B. van Maanen ******

* Früher Pionier-Lieutenant in Preussischen Diensten, trat etwa im J. 1863 als Unteroffizier in die Niederländisch-Indische Armee über, ward aber bald nach seiner Ankunft dem Ingenieur Stieltjes zugetheilt, der den Auftrag erhalten hatte, ein Tracé für eine Eisenbahn von Samarang nach den Fürstenlanden (Soerakarta und Jogjakarta) anzugeben.

** Ehemaliger Lieutenant zur See 2e Classe.

*** Seconde-Lieutenant der Infanterie.

**** Premier-Lieutenant der Infanterie.

***** Seconde-Lieutenant der Infanterie.

****** Lieutenant zur See 2e Classe.

vermehrt. Letzterer blieb aber leider nur drei Monate bei diesem Dienste, ein altes Uebel am Bein gestattete ihm nicht, die Strapazen beim Besteigen der Berge zu ertragen.

Zwei Sectionen arbeiteten nun regelmässig fort, die 1e Section, Ingenieur Van Asperen, an Ost-Java, die 2e Section, Ingenieur Metzger, an West-Java. Weil nun die Messungen des Herrn de Lange keine hinreichende Verbindung zwischen West- und Ost-Java darboten, so trug ich Herrn C. Woldringh auf, quer durch die Residentschaften Banjoemas, Bagelen und Kadoe eine neue Verbindung zwischen diesen beiden Theilen herzustellen. Slamat III, an der Südseite der Kraterrandes, war dabei ein Standpunkt, und durch die oben erwähnte Triangulation im Krater dieses Berges war die Verbindung zwischen der nördlichen Residentschaft Tagal und der südlichen Residentschaft Banjoemas gesichert.

Der Instrumentenvorrath, der bis jetzt aus drei 8 zölligen Pistor'schen Universal-Instrumenten bestand, (P. M. I mit gebrochenem Fernrohr, s. die Note am Fusse der S. 2,) P. M. II und III mit Fernrohr am Ende der horizontalen Achse,) wurde natürlicherweise auch, der Vermehrung des Personals entsprechend, ergänzt. Nach und nach erhielten wir nämlich noch ein 12 z. Repsold'sches Universal-Instrument mit gebrochenem Fernrohr, zwei 8 zöllige Pistor'sche Univ. Instrumente, (P. M. IV und V,) zwei 10 zöllige, (Gross P. M. I und II,) und gelegentlich noch einige kleinere Instrumente mit Nonien, (zwei mit 6 z. und drei mit 5 z. Kreisen,) alle von Pistor und Martins.

Die zehnzölligen von Pistor und Martins und das zwölfzöllige von Repsold, wurden zur Messung auf den primären Punkten, die anderen für die secundäre Triangulation bestimmt. Für das primäre Netz, wurde fortan, auf Antrag des Ingenieurs Metzger, nur auf Heliotrope gemessen, welche auf dem Kopfe eines Pflockes befestigt waren, der in ein beim Mauern der Pfeilers ausgespartes viereckiges Loch eingetrieben wurde.

Die Instrumente mit gebrochenem Fernrohr sind wegen des vom Prisma verursachten Lichtverlustes, zumal wenn es beschlägt oder verwittert, für die Triangulation nicht zu empfehlen.

---

Bei jeder Triangulation gehören Basen und Basis-Netze, also ein Basis-Mess-Apparat. Bald richtete ich auf diesen Punkt meine Aufmerksamkeit und trat mit den Herren Repsold wegen eines Basis-Apparats in Briefwechsel. Diesem folgte im Jahre 1865 seitens der Regierung die Bestellung eines Apparates, in welchem die Principien erstens der bimetallischen Stangen, zweitens der Ablesung durch Mikroskope, drittens des Nicht-Berührens der auf einander folgenden Stangen, viertens der Umgebung der Messstangen von hohlen, eisernen Cylindern gehuldigt wurden. Der Apparat ist in den Astronomischen Nachrichten N° 1661, (Bd. 70, S. 65-80) von Herrn J. A. Repsold beschrieben, und das Bestehen dieser Beschreibung war einer der Gründe weshalb ich die Niederländisch-Indische Regierung um Erlaubniss bat, den Bericht über die Triangulation in hochdeutscher Sprache abzufassen. Im Anfange der ersten Abtheilung dieses Berichtes, welche zu Batavia gedruckt wurde, ist die Repsoldsche Beschreibung von einigen Bemerkungen meinerseits begleitet, wieder abgedruckt worden, und auf den jener Abtheilung beigefügten Tafeln findet man von allen den Theilen derselben Abbildungen.

Wie aus den Jahresberichten der Europäischen Gradmessung von 1868 bis 1870 bekannt, ist der Apparat, ehe er nach Indien geschickt wurde, in Holland zur Messung einer Basis im Haarlemmermeerpolder von dem verstorbenen Herrn Prof. Stamkart benutzt worden. *

* Das Verhaltniss zwischen den Längen der Messstangen und dem von den Herren Repsold beigefügten Normalmeter, sowie das Verhaltniss von diesem mit dem Amsterdammer Platinmeter wurde bereits in Amsterdam von einer Commission, bestehend aus

Der Apparat wurde im Jahre 1871 nach Indien geschickt. Erst im Juni 1872 erlaubten mir aber die Erledigung anderer Arbeiten ihn auszupacken, seine Einrichtung zu studiren, und mir sowohl die Behandlung der Messstangen, als auch des Comparators eigen zu machen. Die Vergleichung der Messstangen mit dem Normalmeter wurde bei einer höheren Temperatur, als in Holland möglich war, wiederholt, ebenso die Vergleichung des Normalmeters mit einem Glasmeter, welches im J. 1856 gleichzeitig mit dem Amsterdammer Glasmeter mit dem Platinmeter verglichen worden war.

Drei Grundlinien sind auf Java mit dem Repsold'schen Apparate gemessen worden, die erste bei Simplak unweit Buitenzorg, Residentschaft Batavia, in West-Java; die zweite bei Logantong, in der Abtheilung Demak, Residentschaft Samarang, in Mittel-Java; die dritte auf dem Landwege von Tangsil nach Djoerangsapi, in der Abtheilung Bondowoso, Residentschaft Bezoeki, in Ost-Java. Ueber diese Basismessungen und die dazu gehörenden Basisnetze siehe man die zweite und dritte Abtheilung dieses Berichtes. *

Von mir selbst wurde die erste Basismessung eingeleitet, die Arbeitsmethode angegeben und im Anfange daran Theil genommen. Andere Pflichten riefen mich aber bald nach Batavia, so dass der Ingenieur Metzger die Oberleitung der weiteren Messung übernahm.

Kurz vorher war Herr Flory erst mit Urlaub in Europa gewesen, aber bald nach seiner Rückkehr gestorben und durch meinen jüngeren Bruder, Herrn J. A. Oudemans ** ersetzt worden. Die Stellen der zu Ingenieuren beförderten Herren Soeters und Woldringh wurden durch die Herren W. G. Tennissen *** und A. de Vletter **** besetzt.

Als ich mich, in Folge meiner Rückberufung nach Utrecht, Ende August 1875 nach Holland einschiffte, hatte Herr Ingenieur Soeters eben mit der Messung der Basis in Demak begonnen, und später wurde von ihm noch die Basismessung bei Tangsil geleitet.

Bei dem jetzigen Zustande der Geodesie heisst das Anwenden einer Triangulation für Gradmessung nicht mehr wie früher ausschliesslich das Bestreben, die Länge eines Breite- oder Längegrades abzuleiten, sondern die Abweichungen zu studiren, welche gefunden werden, indem eine mittlere ellipsoidische Fläche den Berechnungen zu Grunde gelegt wird. Die Breiten-, Azimuth- und Längen-Unterschiedsbestimmungen sollen dazu soviel wie möglich vervielfältigt werden.

Es war erst verordnet worden, dass an sieben verschiedenen Meridianen, auf einem nördlichen, und auf einem südlichen Punkte Breitenbestimmungen stattzufinden hatten; später aber, als der verstorbene Ingenieur Metzger einen grossen Unterschied zwischen einer geodätischen und einer astronomischen Polhöhen-Differenz zweier einander nahe liegender Punkte gefunden hatte, wurde diese Anzahl verdoppelt. Wo die Breite bestimmt wurde, sollte auch immer zu gleicher Zeit eine Azimuthbestimmung stattfinden. Die genaue Bestimmung der Längen-Unterschiede wurde zu dem Ende verschoben.

Leider ist dieses Programm, welches ich auf Bitte des Admirals F. L. Geerling, Chef des Marine-Departements, vor meiner Abfahrt nach Holland ausarbeitete, nicht völlig erledigt worden, weil das

---

den Herren Stamkart, Matthes und Cohen Stuart bestimmt. Ausserdem aber wurde das Normalmeter mit dem eisernen Meter der Batavischen Republik, (von Herrn Prof. Stamkart, und in Nachfolgung von ihm auch von mir in der ersten Abtheilung irriger Weise Meter von van Swinden genannt; denn das von Van Swinden als Geschenk empfangene eiserne Meter ist aus seinem Nachlass von Prof. G. Moll für das Utrechter Physikalische Cabinet angekauft;) vom Jahre 1799 und mit einem Glasmeter verglichen. Diese drei Meter waren sämmtlich Endmaasse, das Normalmeter ein Strichmaass. Das eiserne und das gläserne Meter waren mit dem Platinmeter verglichen worden, die Resultate der drei Vergleichungen hätten also identisch sein sollen, waren es aber nicht, s. 1e Abth. S. 4. Der Unterschied ist aber später aufgeklärt worden, S. 3e Abth., S. 3.

* Die erste Abtheilung war wenige Tage vor meiner Abreise nach Holland, 25 August 1875, abgedruckt, von der zweiten Abtheilung das Manuscript vollendet. Später wurde ich vom Ministerium der Kolonien beauftragt, den Druck desselben hier zu besorgen; und einige Jahre später, als das Personal der Triangulation nahezu ganz ausgestorben und der Geographische Dienst aufgehoben worden war, wurde ich ersucht, die definitive Reduction der Triangulation von Java zu übernehmen.

** Früher Artillerie-Lieutenant in den Niederlanden, damals Beamter an der Eisenbahn Samarang-Fürstenlande.

*** Premier-Lieutenant der Infanterie, bei der topographischen Aufnahme Java's detachirt.

**** Aspirant-Ingenieur bei den Bürgerlichen Oeffentlichen Arbeiten, früher Premier-Lieutenant der Infanterie.

ganze Personal nach und nach wegen Krankheit um Urlaub einzukommen genöthigt war, (5e Abth. S. 126 und 127). Doch sind zahlreiche Breite- und Azimuthbestimmungen verrichtet und meistens schon auf Java mit den Sternörtern aus dem Nautical Almanac reducirt worden, auch verschiedene, sowohl von den späteren Ingenieuren, als auch von Herrn de Lange, welche ausserhalb des Programmes lagen.

Ueberhaupt wurde schon während der Terrainbeobachtungen auf Java befunden, dass die astronomischen Azimuthbestimmungen bis auf wenige Secunden mit den geodätischen stimmten.

Als ich, auf die Bitte des Ministeriums der Kolonien, die definitive Berechnung der Triangulation von Java übernommen hatte, wurden auch sämmtliche Messbücher und Berechnungen, später auch die Correspondenz, von Batavia nach Utrecht herübergeschickt. Ich war so glücklich, bald Herrn J. C. A. van Asperen, jetzt a. D., als Mitarbeiter zu gewinnen, darauf auch dessen Bruder, Herrn M. L. J. van Asperen, Kapitän zur See a. D.; sodann während einiger Jahre Herrn W. G. Tennissen, Assistenten bei dem Geographischen Dienst a. D.; ferner während einer kurzen Zeit Herrn H. Ypes, Civil-Ingenieur in Ost-Indien mit Urlaub und Herrn E. Engelenburg, Civil-Ingenieur, Meteorologen am Met. Institut zu Utrecht, und schliesslich in der letzten Zeit Herrn A. A. Nyland, Cand. phil., während Herr C. Verloop, der Amanuensis der Sternwarte, kleine Hülfsrechnungen und das Zeichnen der Triangulationskarten besorgte. Herr J. C. A. van Asperen wurde aber am 5 Mai 1889 von einem Schlagfluss getroffen, und hat also seitdem die Arbeit einstellen müssen.

Die Oerter der für Breite- und Azimuthbestimmungen benutzten Sterne mussten selbstverständlich einer Revision unterzogen werden. Ich glaubte diese keinem besseren anvertrauen zu können als Herrn Dr. N. M. Kam, früher Observator zu Leiden, jetzt Lehrer der Mathematik am Gymnasium zu Schiedam, dem Verfasser des bekannten von der k. Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam herausgegebenen Cataloges von Sternen aus Band 1 – 66 der Astr. Nachrichten. Ich war so glücklich, dass er meiner Bitte nachzukommen geneigt war, und die Aufgabe mit seiner bekannten Sorgfalt zu Ende führte.

---

Nachdem alle noch nicht genau reducirten horizontalen Messungen, sowohl primäre als secundäre, zu Utrecht aufs sorgfältigste in duplo reducirt und stationsweise ausgeglichen worden waren, kam die Frage an die Reihe, wie die drei Basismessungen unter einander stimmen würden.

Mit frischem Eifer fing ich an, das 1e Basisnetz von Simplak nach der Bessel'schen Methode auszugleichen, bald aber kam es mir hier, wo doch viel mehr als es bei der Gradmessung in Ost-Preussen der Fall gewesen war, eine programmmässige Anordnung der Beobachtungen stattgefunden hatte, practisch unnöthig vor die Quadratsumme eben der Correctionen der nackten Beobachtungen zu einem Minimum zu machen, und dass es also für den Zweck völlig hinreichte, allen bereits stationsweise ausgeglichenen Richtungen gleiches Gewicht beizulegen, wie schon mehrfach auch von Anderen gethan, und von Herrn Oberst-Lieutenant, jetzt General, Schreiber empfohlen worden ist. Das zweite Basisnetz von Simplak, das 1e und das 2e von Logantong und das Basisnetz von Tangsil, sind auf diese Weise ausgeglichen worden, und so sind, wie dieses in der 5ten Abtheilung mitgetheilt worden ist, die Log. Sin. der untengenannten primären Seiten gefunden:

In West-Java, der Seite Telaga-Sangaboewana mit einem w. F. von 41.2,
« Mittel-Java, von 4 primären Seiten, « « « « « 25.5 bis 27.4,
« Ost-Java, von der Seite Bésér-Soeket « « « « « 17.5

Einheiten der 7ten Decimalstelle des Logarithmus.

---

Die Ausgleichungen der Basisnetze, woran (chronologisch) ich selbst, Herr Teunissen und Herr M. L. J. van Asperen sich betheiligten, hatte so viele Zeit gekostet, dass ich ernsthaft darauf sann, die noch viel umfangreichere Ausgleichung des primären Netzes entweder zu umgehen, oder wenigstens abzukürzen. * Die längliche Gestalt der Insel machte dies wohl einigermaassen bequem, und die Erfahrung lehrte alsbald, dass es sehr gut anging, nur mit kleinen Schritten vorzugehen, so dass die Normalgleichungen selten mehr als 5 Unbekannte enthielten. Herr M. L. J. van Asperen führte mit vielem Tact diese Ausgleichung innerhalb dreier Monate durch, und als sie vollendet war, zeigte es sich, dass an die Logarithmen der drei Grundlinien, zur Erreichung völliger Uebereinstimmung, nur noch die nachfolgenden Correctionen anzubringen waren:

West-Java + 9 Einheiten der 7ten Decimalstelle.
Mittel-Java — 15 « « « «
Ost-Java + 4 « « « «

Vergleicht man diese Zahlen mit den mitgetheilten mittleren Fehlern, so glaube ich, dass jeder mir beistimmen wird, wenn ich sage, dass ich mit diesen kleinen Correctionen zufrieden war, und keinen Anstand nahm sie an die Log. der Basen selbst anzubringen, wie Herr General Ferrero dies auch im April 1880, in den Astronomischen Nachrichten, N° 2316, vorgeschlagen hat, ** und dass ich also die auf einfachere Weise durchgeführte Ausgleichung annahm.

Derselbe ausgezeichnete Geodät hat in der Conferenz zu Nizza den Antrag gestellt, bei jedem Bericht über eine Triangulation sollte immer der mittlere Fehler eines gemessenen Winkels mitgetheilt werden, wie er vorlaufig aus den Widersprüchen der Winkelsummen der Dreiecke abgeleitet werden kann, also wie die Formel

$$m = \sqrt{\frac{[w^2]}{3\,n}}$$

es angiebt, wo $n$ die Zahl der Dreiecke bedeutet. Im ganzen primären Dreiecksnetze für Java und Madura sind, ausser den Dreiecken welche zu den Basisnetzen gehören, 172 Dreiecke vorhanden, und es wurde im Geiste der genannten Formel gefunden:

$$m = \sqrt{\frac{669{,}56}{516}} = \pm\, 1'',14\ ^{*}$$

Hieraus würde ein mittlerer Fehler einer Richtung $= 1{,}14 : \sqrt{2} = 0'',81$ folgen. Weil aber das ganze Dreiecknetz nicht nach der strengen Methode ausgeglichen worden ist, so ist zu erwarten, dass wenn die angewandten Verbesserungen der Richtungen ebenso zur Ableitung eines mittleren Fehlers benutzt werden, ein grösserer Werth herauskommen muss; in Wirklichkeit ist auf diese Weise gefunden:

$$\sqrt{\frac{242{,}01}{204}} = \pm\, 1'',09,$$

also nur ein Drittel mehr, ein Resultat welches mir ziemlich befriedigend erschien.

* Die Ausgleichung der fünf Basisnetze führte auf 15, bezw. 8, 12 14 und 19 Normalgleichungen. Das ganze primäre Dreiecknetz von Java, ohne die Basisnetze, würde zu 241 Normalgleichungen führen. Bei der Lösung eines Systems von Gleichungen wächst aber die Anzahl der anzusetzenden Zahlen, resp. Logarithmen, beinahe wie die dritte Potenz der Anzahl der Unbekannten, ich finde nämlich für den Fall, dass alle Glieder vollständig da sind, $\frac{1}{3}(n^3 + 8\,n^2 + 3\,n - 2)$, also beispielsweise für 241 Unbekannten 7 231 656, für 19 Unbekannten 1920 Zahlen. Die Ausgleichung des Basisnetzes von Tangsil, kostete, doppelt gerechnet, einen Monat.

** Bei den italienischen Grundlinien waren die Correctionen, nach strenger Ausgleichung der Netze, sogar grösser, nämlich für Catania + 17, für Crati + 30 und für Foggia — 47 Einheiten der 7ten Decimalstelle der Logarithmen.

Der Theiler 204 stellt hier die Zahl der Bedingungen vor, welche bestehen würden, wenn das ganze Dreiecknetz in Einem ausgeglichen worden wäre; ebenso ist mit den drei Drittheilen verfahren worden. Jener Theiler ist kleiner, als die in der Note zur vorigen Seite genannte Zahl, (241), weil dort auch einige Messungen mitgerechnet worden sind, welche mit 8 zölligen Instrumenten angestellt sind.

---

Wird das ganze primäre Dreiecknetz, etwa nach den Gebieten der drei Grundlinien, in drei Theile getheilt, so findet man für jeden Theil nahezu dasselbe, nämlich:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| West-Java | (52 Dreiecke): | ± 0",95 | und ± 1",16 | Verhältniss | 1,24, |
| Mittel-Java | (45 Dreiecke): | ± 0 ,71 | « ± 0 ,94 | « | 1,32, |
| Ost-Java | (77 Dreiecke): | ± 0 ,77 | « ± 1 ,12 | « | 1,45. |

---

Wie auf der Karte des primären Netzes ersichtlich, ist noch eine Verbindung mit zwei Gipfeln in Sumatra (Gunung Telok und Keizerspiek,) dargestellt worden. Die Triangulation dieser Insel wird von Officieren des Generalstabs, dem Major H. D. H. Bosboom und dem Hauptmann J. J. A. Müller, die sich zu Delft und Utrecht für diese Aufgabe vorbereitet haben, ausgeführt; doch ist von ihnen erst das Gouvernement Padang triangulirt, und vorläufig wird nordwärts fortgeschritten. Der Anschluss dieser Triangulation an die zwei genannten Gipfel, und also an Java, ist demzufolge noch nicht erreicht worden.

---

* Die Basisnetze sind viel günstiger ausgefallen; sie geben nämlich

$$u = \sqrt{\frac{38,64}{118}} = \pm\ 0'',57.$$

Dass der Nenner 118 hier nicht durch 3 theilbar ist, erklärt sich dadurch, dass bei dem zweiten Basisnetze in West-Java ein Viereck benutzt worden ist. (Siehe 3e Abth., 2e Nachtrag.)

## § 1. Näheres über die gebrauchten Universal-Instrumente und ihre Theilungen.

In der vorhergehenden historischen Einleitung ist bereits Einiges über die bei der Triangulation von Java angewandten Universal-Instrumente mitgetheilt worden, das aber noch in verschiedener Hinsicht der Ergänzung bedarf.

Als im J. 1850 zu Leiden von Kaiser die Vorbereitungen zu den Arbeiten von S. H. de Lange getroffen wurden, bestellte derselbe, ausser dem 8 zölligen Universal-Instrumente P. M. I, auch ein 6 zölliges bei Repsold. Es ist dies dasselbe Instrument, von welchem ich im Programm des Leidener Gymnasiums vom J. 1852 eine Abbildung und Beschreibung gegeben habe und die damals in etwa 125 Separat-Abzügen verbreitet worden ist. Dieses Instrument hat zwar bei den Beobachtungen für die Länge und Breite von Batavia und Menado gedient, es eignete sich aber nicht besonders für die horizontalen Winkelmessungen. Wie bereits Kaiser in seinem Bericht über diese Vorbereitungen, (De sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel, en de maatregelen, op gezag van Z. E. den Minister van Koloniën, tot hare voorbereiding genomen; Amsterdam, Sülpke, 1851,) bemerkt hat, war namentlich die Construction des Mikroskopträgers schwach; ausserdem war der Kreis nur von zehn zu zehn Minuten getheilt, und hatte die Revolution der Mikrometerschrauben den Werth von 10′ = 600″, so dass die Ablesung nicht scharf genug gemacht werden konnte und, was von grösserer Wichtigkeit war, die periodischen Fehler dieser Schrauben von grossem Einfluss waren.

Die Folge war, dass Herr G. A. de Lange bei der Regierung um ein neues Universal-Instrument von Pistor und Martins nachsuchte. Dieses Instrument wurde von den Verfertigern, wie alle folgenden, mit einem Fernrohr an dem einen Ende der horizontalen Achse versehen; die beiden Kreise waren verstellbar; die Mikroskope waren mittels zweier Arme an die conische Büchse befestigt, welche den Obertheil trägt, und bewegten sich also mit dem Obertheile und dem auf demselben liegenden Fernrohr, während der Horizontalkreis unbeweglich blieb. Im P. M. I, (wie im Repsold'schen Instrument,) waren dagegen die Mikroskope fest, und der Kreis bewegte sich mit dem Obertheil. *

Nachdem das neue Instrument im Kolonial-Ministerium eingetroffen war, wurde es leider ohne die Kiste in zugelöthetem Blech einzuschliessen, nach Indien gesandt. Damals ging die Reise noch um das Kap der Guten Hoffnung herum und somit war das Instrument einer Seereise von etwa 4 Monaten ausgezetzt. Dasselbe kam in Jahre 1855 mit verrosteter Horizontal-Achse an, und da zu Batavia damals keine Werkstätte vorhanden war, um die Achse wieder genau cylindrisch abzudrehen, so musste das Instrument nach Europa zurückgeschickt werden, wo es von den Verfertigern wieder hergestellt wurde.

Als ich nun im Jahre 1857 die Ermächtigung erhielt, beim Minister der Kolonien um noch

---

* Da bei P. M. I die Theilung in der Richtung links nach rechts zunahm, und, wie gesagt, der Kreis unter den Mikroskopen herumdrehte, so war die Richtung der Ablesung in Bezug auf den Horizont eine der gewöhnlichen entgegengesetzte. Nach vollendeter Reduction mussten also alle mit diesem Instrumente erhaltenen Ablesungen von einer constanten Zahl abgezogen werden.

einige Instrumente einzukommen, so bestellte ich bei der Firma Pistor und Martins noch ein 8 zölliges Universal-Instrument mit glockenmetallener Horizontal-Achse und dieses Instrument wurde P. M. II genannt, während das soeben genannte Instrument, nachdem die Horizontalachse abgedreht worden war, weil es etwas später zu Batavia ankam, die Bezeichnung P. M. III erhielt.

Diesen sind noch später zwei andere achtzöllige, P. M. IV und P. M. V, gefolgt. Da aber der Inhaber der Firma Pistor und Martins, von der Benutzung des Glockenmetalls für horizontale Achsen entschieden abrieth, und die Erfahrung übrigens gelehrt hatte, dass es, sogar im heissen und feuchten Klima Java's nicht schwer ist, stählerne Gegenstände durch sorgfältiges Oelen vor Rost zu bewahren, so wurden diese beiden, ebenso wie alle anderen, mit stählernen Achsen versehen. P. M. II stellte also das einzige mit glockenmetallener Achse dar.

Bei der Ausbreitung des für die Triangulation bestimmten Personals wurde es, speciell wegen der Bestimmung dieser Arbeit »auch für Gradmessung", vorgezogen, grössere Instrumente und zwar zwei zehnzöllige bei Pistor und Martins und ein zwölfzölliges bei Repsold zu bestellen.

Die Pistorschen Instrumente hatten sämmtlich (ausser P. M. I) das Fernrohr an dem einen Ende der horizontalen Achse. Diese Instrumente sind aus den illustrirten Preis-Verzeichnissen der verschiedenen Berliner Häuser, welche nach der Auflösung der Firma Pistor und Martins gegründet wurden, (Wegener, Wanschaff, Bamberg und vielleicht andere,) hinreichend bekannt. Dasselbe ist der Fall mit dem 12 z. Repsold'schen Instrument, mit gebrochenem Fernrohr, von welchem ich nur die folgenden Abbildungen anführe:

1° Publications de la commission géodésique néerlandaise; I Détermination, à Utrecht, de l'azimuth d'Amersfoort, par J. A. C. Oudemans, membre de la Commission; (Das hier abgebildete Instrument hatte aber ein kräftigeres Fernrohr, mit einem Objectiv van 67 mM.)

2°. D. J. Brouwer, Handleiding tot de theoretische en praktische zeevaartkunde, herzien door E. Simon van der Aa, 1e deel, 2e druk, (Nieuwediep 1880,) Plaat IXa.

3°. A. Nagel, Gradmessung in Sachsen, 2te Abtheilung, 1890, Tafel VI.

4°. (soweit dies den Obertheil anbetrifft:) Sawitsch, Abriss der praktischen Astronomie, u. s. w. nach der 2ten russischen Original-Ausgabe neu herausgegeben von C. F. W. Peters, Leipzig, 1879, Taf. III, Fig. 1 und 2.

Die kleineren Instrumente, welche auch zum Inventar des Geographischen Dienstes gehörten, zwei Universal-Instrumente mit sechs-zölligen, zwei mit fünf-zölligen Kreisen, bei denen die Ablesung mittels Nonien geschah, wurden nur zur Einschaltung secundärer Punkte angewandt, und dann immer nur ausnahmsweise, wenn die Umstände es erforderten; dieselben haben sich überhaupt, in Rücksicht auf ihre Dimensionen, sehr gut bewährt.

Vielleicht wird es einige Leser interessiren, hier einige Zahlen zu finden, welche sich auf die benutzten Instrumente beziehen. Die Linearmaasse sind in Millimetern ausgedruckt. Die meisten Zahlen sind einem Register entnommen, welches in Batavia gehalten wurde. Für P. M. I weichen dieselben ein Wenig von denjenigen ab, welche in der Note zu S. 2 mitgetheilt sind; diese wurden aber aus dem Berichte Kaiser's über die für die Sendung der Herrn de Lange getroffenen Maassregeln gezogen. Bei der Bestimmung der Vergrösserung der Mikroskope wurde die Entfernung des deutlichen Sehens = 8 par. Zoll = 217 mM. angenommen.

| | P. M. I. | P. M. II. | P. M. III. | P. M. IV. | P. M. V. | Gross P. M. I. | Gross P. M. II. | Repsold. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Durchmesser des horizontalen Kreises | 225 | 225 | 225 | 225 | 225 | 285 | 285 | 325 |
| Durchmesser des verticalen Kreises | 225 | 225 | 225 | 225 | 225 | 285 | 285 | 264 |
| Durchmesser der horizontalen Theilung | 210 | 210 | 210 | 210 | 210 | 270 | 270 | 316 |
| Theilung | 5′ | 5′ | 5′ | 5′ | 5′ | 5′ | 5′ | 4′ |
| Eine Revolution der Mikrometerschraube | 4′ | 5′ | 5′ | 5′ | 5′ | 2′ | 2′ | 2′ |
| Theile der Trommel | 10″ | 10″ | 10″ | 10″ | 10″ | 1″ | 1″ | 2″ |
| Vergrösserung der Mikroskope des hor. Kr. | 40 | 22,5 | 22,5 | 23 | 30 | 36,5 | 36,5 | 43,5 |
| Vergrösserung der Mikroskope des vert. Kr. | 45 | 22,5 | 22,5 | 21,5 | 27 | 35,5 | 36,4 | 54 |
| Fernrohr | Gebrochen | Am Ende der Achse | Am Ende der Achse | Am Ende der Achse | Am Ende der Achse | Am Ende der Achse | Am Ende der Achse | Gebrochen |
| Länge der optischen Achse | 317 (1) | 412 | 412 | 415 | 415 | 540 | 540 | 560 |
| Oeffnung | 29 | 40 | 40 | 39 | 39 | 47 | 47 | 46 |
| Stärkste Vergrösserung | 38 (1) | 57 | 54 | 54 | 54 | 60 | 62 (2) | 61 (6) |
| Schwächste 〃 | 23 (1) | 34 | 36 | 36 | 36 | 40 | 40 (2) | 47 (6) |
| Höhe der horizont. Achse | 345 | 355 | 355 | 355 | 355 | 450 | 450 | 450 |
| Excentricität des Fernrohrs | 0 | 156 | 156 | 156 | 156 | 211,5 | 211,5 | 0 |
| Unterschied der Zapfendicken | 2μ,57 | 0μ,24 | 0μ,93 | 0μ,12 | 0μ,43 | 0μ,08 | 〃 | 〃 |
| Grösster Unterschied vom Mittel in der Ablesung der Reiterlibelle, wenn der Obertheil um die horizontale Achse gedreht wurde | 0″,65 | 0″,00 | 〃 | 0″,00 | 0″,00 | 0″,30 | 〃 | 〃 |
| Unterschied zwischen den geraden und ungeraden Theilungs-Intervallen, (S. Tafel I) beim horizontalen Kreis | + 1 ,40 | + 0 ,70 | + 5″,76 | − 1 ,90 [5] | − 1″,075 | − 1 ,49 [4] | − 1″,38 | 0″,00 |
| Idem beim vertic. Kreise | 〃 | − 0 ,43 | + 4 ,88 | − 1 ,60 | + 0 ,36 | − 0 ,26 | − 1 ,13 | 0 ,00 |
| M. Fehler eines Theilstrichs innerhalb des Grades (S. Tafel II), beim horizont. Kreise | + 0″,64 | ± 0″,32 | ± 0″,74 | ± 0″,26 | ± 0″,20 | ± 0″,15 [4] | ± 0 ,26 | ± 0 ,10 |
| Idem beim vertic. Kreise | 〃 | ± 0 ,38 | ± 0 ,70 | + 0 ,19 | ± 0 ,02 | ± 0 ,00 [2] | ± 0 ,30 | ± 0 ,02 |
| Schwindel der Mikrometerschrauben, Hor. Kreis | ± 1″,4 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | ± 0 ,19 | ± 0 ,20 | 〃 |
| | ± 2 ,3 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | ± 0 ,06 | ± 0 ,11 | 〃 |
| Schwindel der Mikrometerschrauben, Vert. Kreis | ± 3 ,4 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | ± 0 ,18 | ± 0 ,20 | 〃 [3] |
| | ± 2 ,3 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | ± 0 ,07 | ± 0 ,17 | 〃 |

[1]) Bestimmt zu Leiden im Jahre 1850. [2]) Bestimmt zu Utrecht im Jahre 1891.

[3]) Das ar. Mittel aus den von den Herren Van Iselmuden und Teunissen erhaltenen Resultaten.

[4]) Das ar. Mittel aus den von den Herren Metzger und Verloop erhaltenen Resultaten.

[5]) Mittelzahlen aus mehreren Bestimmungen, worüber später mehr.

[6]) Bezieht sich eigentlich auf das Leidener Instrument von denselben Abmessungen, welches im Sommer 1893 für kurze Zeit zu Utrecht war.

| | | P. M. I. | P. M. II. | P. M. III. | P. M. IV. | P. M. V. | Gross P. M. I. | Gross P. M. II. | Repsold. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Werth eines Theils der Reiterlibelle. | | 1850—58 | | 1868—72 | 1868—72 | | 1868—72 | 1867—80 | 1871 |
| | Links | " | 4",54 | 4",14 | 2",69 | 3",11 | 3",16 | 2",83 | 1",86 |
| | Mitte | " | 4 ,38 | 4 ,52 | 2 ,72 | 2 ,18 | 2 ,68 | 2 ,80 | 1 ,83 |
| | Rechts | " | 4 ,31 | 4 ,48 | 2 ,61 | 3 ,00 | 3 ,01 | 2 ,79 | 1 ,86 |
| | Ganze Länge | 3",12 | 4 ,40 | 4 ,25 | " | " | 2 ,91 | " | 1 ,84 |
| | | | | | | | | | 1873 Ganze Länge 1",95 |
| | | 1862—70 | | 1874 | 1876 | | 1875 | | |
| | Links | 3",175 | | 4",58 | 3",60 | | " | | 1875 |
| | Mitte | 3 ,00 | | 4 ,64 | 3 ,615 | | " | | Ganze Länge |
| | Rechts | 3 ,335 | | 4 ,47 | 3 ,58 | | " | | 2",08 |
| | Ganze Länge | 3 ,16 | | 4 ,60 | 3 ,52 | | 2",34 | | |
| Werth eines Theils der Höhenlibelle. | | 1850—58 | 1861—64 | 1868 | 1866 | 1866—71 | 1868—69 | 1867—76 | 1864—70 |
| | Links | " | " | " | 4",10 | 3",63 | 2",62 | 2",84 | " |
| | Mitte | " | " | " | 4 ,02 | 3 ,48 | 2 ,69 | 3 ,00 | " |
| | Rechts | " | " | " | 4 ,22 | 3 ,98 | 2 ,88 | 3 ,07 | " |
| | Ganze Länge | 3",50 | 2",24 | 4",46 | " | " | 2 ,73 | " | 2",56 |
| | | | | | | | | 1876—79 Ganze Länge 2",63 | |
| | | 1862—70 | 1867 | 1871 | 1875 | 1878 | 1870—77 | | 1872 |
| | Links | 3",35 | 2",98 | " | 2",80 | " | 3",57 | Juli 1880 [1] 2",96 | " |
| | Mitte | 4 ,01 | 2 ,55 | " | 2 ,60 | " | 3 ,65 | Sept. 1880 | " |
| | Rechts | 3 ,69 | 2 ,70 | " | 2 ,80 | " | 3 ,86 | 3",46 | " |
| | Ganze Länge | " | 2 ,58 | 4",60 | 2 ,805 | 4",30 | 3 ,73 | Nov. 1880 2",64 | 2",14 |
| | | | | 1874 2",64 | | | | | |

In der obenstehenden Tafel sind auch die mittl. Fehler eines Theilstriches, so zu sagen: **innerhalb des Grades**, mitgetheilt. Diese m. Fehler sind aus der Ausmessung der 12 resp. 15 Unterabtheilungen einer gewissen Zahl gleichförmig über den Umkreis vertheilter Grade abgeleitet. Die Veranlassung zu dieser Untersuchung war die folgende:

Als im Februar d. J. 1865 der Ingenieur J. C. A. van Asperen zu Batavia war, theilte mir derselbe mit, dass er am horizontalen Kreise des 8 zölligen Instrumenten P. M. III eine Stelle gefunden habe, wo zwei neben einander liegende Theilungs-Intervalle sehr ungleich waren. Ich untersuchte die Stelle mittels eines der Mikroskope und fand alsbald, wie ich vermuthet hatte, dass die Theilungs-Intervalle durchgängig abwechselnd zu gross und zu klein waren. Beim untersuchten Grade 251° 45′ — 252° 45′ war der Unterschied im Mittel 4″,7, und der m. F. jedes Intervalles, nach Abzug des Fehlers der Messung, ± 0″,57.

Ich schrieb hierüber gleich an die Herren Pistor und Martins, und empfing darauf die Nachricht: »der Fehler hätte sich leider längere Zeit unbemerkt eingeschlichen, sei aber, nachdem er bemerkt, strenger controllirt worden. An der Führungsschraube der Theilmaschine ist ein Umgang = $\frac{1}{6}$ Grad. Um $\frac{1}{12}$ Grad zu theilen, hat der feste Kopf der Schraube zwei gegenüberstehende Einschnitte oder Zähne, von denen bei $\frac{1}{6}$ Grad natürlich nur der eine benutzt, also nach und nach mehr abgenutzt wurde. Seitdem ist für $\frac{1}{6}$ Grad ein besonderer Zahn benutzt worden. Der Einfluss dieses streng periodischen Fehlers fällt natürlich fort, wenn, wie es überall bei mikroskopischen Ablesungen vorzuschreiben ist, nach **beiden** zunächst der Mitte stehenden Theilstrichen eingestellt wird."

---

[1]) Weshalb in diesem Jahr so oft von Libelle gewechselt wurde, ist nicht notirt worden; wahrscheinlich war das Lecken der Libellen das Motiv.

Dass nachher an dieser Vorschrift, auch bei Breitenbestimmungen, strenge festgehalten wurde, bedarf kaum der Erwähnung, allein ich habe dennoch gleich von den sämmtlichen Instrumenten eine Untersuchung nach der Gleichheit der Theilungs-Intervalle veranlasst. Ich ersuchte nämlich die Beobachter: 1°. von beiden Kreisen ihres Instrumentes sieben Grade zu untersuchen, etwa 0° — 1°; 51° 30′ — 52° 30′; 103° — 104°; 154° 30′ — 155° 30′; 206° — 207°; 257° 30′ — 258° 30′; 309° — 310°. Diese Stellen sind um 51° 30′ = $\frac{1}{7}$ Umkreis von einander entfernt; ich wählte diesen Bruch, um jedenfalls von einer möglichen Periodicität nach $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{6}$ Umkreis unabhängig zu sein.

2°. Die Messung der Theilungs-Intervalle jedes Grades sollte fünfmal wiederholt werden, nämlich mit dem Index der Mikroskoptrommel auf 0, $\frac{1}{5}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{5}$ und $\frac{4}{5}$ einer Revolution;

3°. Jeder Strich sollte immer zweimal abgelesen werden.

4°. Keine Ablesung durfte verworfen werden.

5°. Das Mikroskop sollte ganz scharf auf die Theilung eingestellt sein, so dass von Parallaxe keine Spur vorhanden sei;

6°. Die Mikrometerschraube sollte schliesslich immer nach derselben Seite gedreht werden.

7°. Die Original-Ablesungen sollten gleichfalls mitgetheilt wurden.

Herr Metzger hatte damals das 8 zöllige Universal-Instrument P. M. III in Gebrauche, und hat auch von beiden Kreisen dieses Instruments sieben Grade, nach diesem Programm ausgemessen. Als aber nachher die beiden 10 zölligen Instrumente aus Berlin empfangen waren, wollte er lieber jede Unterabtheilung der Grade weniger oft, — nur dreimal — messen, dagegen die Zahl der abgemessenen Grade grösser nehmen; dabei die Theilung des Umkreises in sieben Theile zwar beibehalten, die Untersuchung aber auf mehrere Reihen von sieben Graden ausdehnen. Die erste Reihe fing also mit 0° an, die zweite mit 30°, u. s. w. Bei beiden Kreisen seines Instrumentes (Gross P. M. II) ist er aber in einer Reihe stecken geblieben, und so sind vom horizontalen Kreise dieses Instrumentes vier und zwanzig, beim vertikalen Kreise aber zehn Grade von ihm untersucht worden. Beim erstgenannten Kreise sind also 3 Reihen vollständig gemessen, welche mit 0°, 30°, 60° begannen, von der vierten, welche mit 90° anfing, sind aber nur 3 Glieder gemessen; desgleichen ist beim verticalen Kreise nur eine Reihe vollständig und sind von der zweiten, welche mit 30° anfing, nur drei Grade gemessen.

Die Methode, welche ich damals angab um aus den genannten Messungen den Unterschied der geraden und ungeraden Theilungs-Intervalle, also den systematischen Fehler der ungeraden Striche, und zu gleicher Zeit auch den mittleren Fehler eines jeden Theilstrichs abzuleiten, war einfach die folgende: von den fünf Bestimmungen jedes Theilungs-Intervalles wurde erst das arithmetische Mittel genommen; durch Vergleichung dieses Mittels mit den einzelnen Bestimmungen ergab sich der m. Fehler jeder Bestimmung, also auch des ar. Mittels. Nennen wir diesen letzten mittleren Fehler $m_b$.

Es wurde nun von den, für die sechs ungeraden und die sechs geraden Theilungs-Intervalle gefundenen Werthen die Mittel genommen; die sechs Unterschiede mit diesem Mittel wurden quadrirt und addirt, und gaben je $5\,m_a^2$, also zusammen $10\,m_a^2$, wo also $m_a$ der mittlere Fehler jedes Theilungs-Intervalles ist, mit Einbegriff des Beobachtungsfehlers. Um aber das Resultat von diesem Fehler zu befreien, hatte man nur $m_b^2$ von $m_a^2$ abzuziehen, also war der m. F. eines Theilungs-Intervalles = $\sqrt{(m_a^2 - m_b^2)}$ und der m. F. eines Theilstrichs:

$$M = \sqrt{\tfrac{1}{2}\,(m_a^2 - m_b^2)} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (1)$$

Als aber bei der niederländischen Gradmessungs-Commission im Jahre 1886 die für die Triangulation der Niederlande von Herrn J. Wanschaff in Berlin bestellten Theodolite empfangen waren, stellte ich in der genannten Commission Herrn Prof. Schols vor, die Kreise dieser Instrumente auf dieselbe Art zu untersuchen. Herr Prof. Schols nahm zwar gleich mit diesem Vorschlag Genüge, machte

aber später die Bemerkung, das Problem sei noch etwas richtiger in folgender Weise aufzufassen*: Jeder Grad, den Anfangs- und den Endstrich einbegriffen, hat, bei einem von 5 bis 5' getheilten Kreise, dreizehn Striche, und jeder Strich hat seinen Fehler. Wir werden nun in der Folge für die Fehler der Striche, um alle Verwirrung zu vermeiden, zweierlei Notationen annehmen. Es seien also

$$x_0,\ x_1,\ x_2,\ x_3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots x_{11},\ x_{12}$$

die Fehler der Striche eines Grades der Theilung, wenn die Theilungs-Intervalle einander gleich angenommen werden; und

$$z_0,\ z_1,\ z_2,\ z_3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots z_{11},\ z_{12}.$$

wenn ein Unterschied zwischen den ebenen und unebenen Intervallen angenommen wird;

$$p_1,\ p_2,\ p_3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots p_{11},\ p_{12}$$

die gefundenen Werthe der Theilungs-Intervalle,

$$y_1,\ y_2,\ y_3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots y_{11},\ y_{12}$$

die Beobachtungsfehler dieser Werthe, also

$$p_1 - y_1,\ p_2 - y_2,\ p_3 - y_3 \ldots\ldots p_{11} - y_{11},\ p_{12} - y_{12},$$

die Werthe, welche man gefunden haben würde, für den Fall dass die Messungen fehlerfrei waren;

$A$ der Theilungsfehler des mittleren Strichs, (in den meisten Fällen 30'),

$B$ der Werth eines mittleren Theilungs-Intervalles in Trommel-Einheiten, vermindert mit einer angenommenen runden Zahl,

$C$ der Uebermaass der ungeraden Theilungs-Intervalle über die geraden;

so hat man, dass gemessen ist:

$$\left.\begin{array}{l}
p_1 = B - z_0 + z_1 + y_1 + \frac{1}{2} C \\
p_2 = B - z_1 + z_2 + y_2 - \frac{1}{2} C \\
p_3 = B - z_2 + z_3 + y_3 + \frac{1}{2} C \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
p_{10} = B - z_9 + z_{10} + y_{10} - \frac{1}{2} C \\
p_{11} = B - z_{10} + z_{11} + y_{11} + \frac{1}{2} C \\
p_{12} = B - z_{11} + z_{12} + y_{12} - \frac{1}{2} C
\end{array}\right\} \quad (5)$$

also, weil $A$ der Fehler des mittleren Strichs $z_6$ ist:

---

* Ueberhaupt ist die ganze im Texte folgende Theorie, welche sich in einer Correspondenz mit Herrn Prof. Schols, theils in den Jahren 1886 und 87, theils im J. 1892, entwickelte, von Herrn Schols, welchem ich hiermit für seine Bereitwilligkeit öffentlich meinen Dank abstatte.

In einem Punkte habe ich hier seine Entwickelungen der Kürze halber vereinfacht, wiewohl seine Methode wohl geeignet ist, allen Zweifel über die Richtigkeit der Formel wegzunehmen. Bei der Lösung des Formelsystemes drückt er nämlich die übrigbleibenden Fehler in den wahren Fehlern $x$ und $y$, resp. $x$ und $z$ aus, und findet dann, wenn quadratirt und addirt wird, und indem die Summe der Mittelwerthe der Producte dieser Grössen $= 0$ gesetzt wird: $11\ m_x^2 + 11\ m_y^2$, resp. $10\ m_x^2 + {}^{32}/_{3}\ m_y^2$ oder in unserer Notation $11\ M^2 + 11\ m^2$, resp. $10\ M^2 + {}^{32}/_{3}\ m^2$, wie in den Gleichungen (20) und (24). Weil das erste Glied dieser Ausdrücke einem bekannten Theorem entspricht, so habe ich die detaillirte Entwickelung weggelassen.

$$
\left.\begin{aligned}
z_0 &= A + 6\,B - p_6 - p_5 - p_4 - p_3 - p_2 - p_1 + y_6 + y_5 + y_4 + y_3 + y_2 + y_1 \\
z_1 &= A + 5\,B - p_6 - p_5 - p_4 - p_3 - p_2 + y_6 + y_5 + y_4 + y_3 + y_2 - \tfrac{1}{2}\,C \\
z_2 &= A + 4\,B - p_6 - p_5 - p_4 - p_3 + y_6 + y_5 + y_4 + y_3 \\
z_3 &= A + 3\,B - p_6 - p_5 - p_4 + y_6 + p_5 + y_4 - \tfrac{1}{2}\,C \\
z_4 &= A + 2\,B - p_6 - p_5 + y_6 + y_5 \\
z_5 &= A + \phantom{2\,}B - p_6 + y_6 - \tfrac{1}{2}\,C \\
z_6 &= A \\
z_7 &= A - \phantom{2\,}B + p_7 - y_7 - \tfrac{1}{2}\,C \\
z_8 &= A - 2\,B + p_7 + p_8 - y_7 - y_8 \\
z_9 &= A - 3\,B + p_7 + p_8 + p_9 - y_7 - y_8 - y_9 - \tfrac{1}{2}\,C \\
z_{10} &= A - 4\,B + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} - y_7 - y_8 - y_9 - y_{10} \\
z_{11} &= A - 5\,B + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11} - y_7 - y_8 - y_9 - y_{10} - y_{11} - \tfrac{1}{2}\,C \\
z_{12} &= A - 6\,B + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11} + p_{12} - y_7 - y_8 - y_9 - y_{10} - y_{11} - y_{12}
\end{aligned}\right\}\;(4)
$$

Die gemessenen Grössen sind einander ungleich, sowohl wegen der Fehler $z$ der Theilstriche, als der Fehler $y$ der mikrometrischen Messungen. Es sollte also eigentlich

$$G_z\,[z^2] + G_y\,[y^2]$$

zu einem Minimum gemacht werden, wo $G_z$ und $G_y$ die Gewichte von $z$ und $y$ bedeuten. Weil nun aber durch die Wiederholung der Messungen, voraussichtlich, wie ich meinte, die $y$ im Verhältniss zu den $z$ sehr geringe waren, und die Untersuchung ausser dem Unterschied $C$, hauptsächlich die Genauigkeit der Theilstriche zum Gegenstand hatte, so wurde einfach untersucht wie $[z^2]$ zum Minimum gemacht werden könnte; die Messungen der Theilungs-Intervalle wurden also als absolut genau angesehen, und dementsprechend die $y$ vorläufig ausser Betracht gelassen. Die Normalgleichungen wurden dann

$$
\begin{aligned}
13\,A - 3\,C - (p_1 + 2\,p_2 + 3\,p_3 + 4\,p_4 + 5\,p_5 + 6\,p_6 - 6\,p_7 - 5\,p_8 - 4\,p_9 - 3\,p_{10} - 2\,p_{11} - p_{12}) &= 0 \\
182\,B - (6\,p_1 + 11\,p_2 + 15\,p_3 + 18\,p_4 + 20\,p_5 + 21\,p_6 + 21\,p_7 + 20\,p_8 + 18\,p_9 + 15\,p_{10} + 11\,p_{11} + 6\,p_{12}) &= 0 \\
-3\,A + \tfrac{3}{2}\,C + \tfrac{1}{2}\,(p_2 + p_3 + 2\,p_4 + 2\,p_5 + 3\,p_6 + 3\,p_7 - 2\,p_8 - 2\,p_9 - p_{10} - p_{11}) &= 0
\end{aligned}
$$

Lassen wir einstweilen $C$ ausser Betracht, so haben wir nur zwei Normalgleichungen, und zwar

$$
\left.\begin{aligned}
13\,A - (p_1 + 2\,p_2 + 3\,p_3 + 4\,p_4 + 5\,p_5 + 6\,p_6 - 6\,p_7 - 5\,p_8 - 4\,p_9 - 3\,p_{10} - 2\,p_{11} - p_{12}) &= 0 \\
182\,B - (6\,p_1 + 11\,p_2 + 15\,p_3 + 18\,p_4 + 20\,p_5 + 21\,p_6 + 21\,p_7 + 20\,p_8 + 18\,p_9 + 15\,p_{10} + 11\,p_{11} + 6\,p_{12}) &= 0
\end{aligned}\right\}\;\ldots\ldots\;(5)
$$

deren Lösung giebt:

$$
\left.\begin{aligned}
A &= \tfrac{1}{13}\,(p_1 + 2\,p_2 + 3\,p_3 + 4\,p_4 + 5\,p_5 + 6\,p_6 - 6\,p_7 - 5\,p_8 - 4\,p_9 - 3\,p_{10} - 2\,p_{11} - p_{12}) = 0 \\
B &= \tfrac{1}{182}\,(6\,p_1 + 11\,p_2 + 15\,p_3 + 18\,p_4 + 20\,p_5 + 21\,p_6 + 21\,p_7 + 20\,p_8 + 18\,p_9 + 15\,p_{10} + 11\,p_{11} + 6\,p_{12}) = 0
\end{aligned}\right\}\;\ldots\;(6)
$$

Führen wir nachher $C$ ein, so bleibt $B$ unverändert, während man aus der ersten und dritten Normalgleichung durch Elimination von $A$ erhält:

$$C = \tfrac{1}{21}\,[\,6\,(p_1 - p_{12}) + 5\,(p_2 - p_{11}) + 4\,(p_3 - p_{10}) + 3\,(p_4 - p_9) + 2\,(p_5 - p_8) + p_6 - p_7\,]\;\ldots\ldots\ldots\;(7)$$

Für die numerische Berechnung schreibt man einfacher:

$$\left.\begin{aligned}
q_{-6} &= -p_6 - p_5 - p_4 - p_3 - p_2 - p_1 \\
q_{-5} &= -p_6 - p_5 - p_4 - p_3 - p_2 \\
q_{-4} &= -p_6 - p_5 - p_4 - p_3 \\
q_{-3} &= -p_6 - p_5 - p_4 \\
q_{-2} &= -p_6 - p_5 \\
q_{-1} &= -p_6 \\
q_1 &= +p_7 \\
q_2 &= +p_7 + p_8 \\
q_3 &= +p_7 + p_8 + p_9 \\
q_4 &= +p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} \\
q_5 &= +p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11} \\
q_6 &= +p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11} + p_{12}
\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (8)$$

Die Formeln (4) bekommen dadurch die Gestalt:

$$z = aA + bB + cC + q,$$

und zwar

$$\left.\begin{aligned}
z_0 &= A + 6\,B + q_{-6} \\
z_1 &= A + 5\,B - \tfrac{1}{2}\,C + q_{-5} \\
z_2 &= A + 4\,B + q_{-4} \\
z_3 &= A + 3\,B - \tfrac{1}{2}\,C + q_{-3} \\
z_4 &= A + 2\,B + q_{-2} \\
z_5 &= A + B - \tfrac{1}{2}\,C + q_{-1} \\
z_6 &= A \\
z_7 &= A - B - \tfrac{1}{2}\,C + q_1 \\
z_8 &= A - 2\,B + q_2 \\
z_9 &= A - 3\,B - \tfrac{1}{2}\,C + q_3 \\
z_{10} &= A - 4\,B + q_4 \\
z_{11} &= A - 5\,B - \tfrac{1}{2}\,C + q_5 \\
z_{12} &= A - 6\,B + q_6
\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (9)$$

aus welchen die Normalgleichungen abgeleitet werden:

$$\left.\begin{aligned}
13\,A - 3\,C + [q] &= 0 \\
182\,B + [bq] &= 0 \\
-3\,A + \tfrac{3}{2}\,C - \tfrac{1}{2}\,(q_{-5} + q_{-3} + q_{-1} + q_1 + q_3 + q_5) &= 0
\end{aligned}\right\} \ldots (10)$$

oder, wenn man vorläufig $C$ ausser Betracht lässt:

$$\left.\begin{aligned}
13\,A + [q] &= 0 \\
182\,B + [bq] &= 0
\end{aligned}\right\} \ldots\ldots (11)$$

also:

$$\left.\begin{aligned}
A &= -\tfrac{1}{13}\,[q] \\
B &= -\tfrac{1}{182}\,[bq]
\end{aligned}\right\} \ldots\ldots (12)$$

Für die Quadratsumme der übrigbleibenden Fehler hat man dann, (siehe oben S. 14, Z. 5–7):

$$[x^2] = [q^2] - \tfrac{1}{13}\,[q]^2 - \tfrac{1}{182}\,[bq]^2 \,.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. \;(13)$$

Führt man wiederum nachher $C$ ein, so bleibt auch hier $B$ unverändert, und die Elimination von $A$ aus der ersten und dritten Gleichung (10) giebt:

$$C = \tfrac{1}{21}\,[7\,(q_{-5} + q_{-3} + q_{-1} + q_1 + q_3 + q_5) - 6\,(q_{-6} + q_{-4} + q_{-2} + q_2 + q_4 + q_6)] \;(14)$$

während bei beiden Rechnungsweisen

$$A \;=\; \text{dem früheren Werthe} \;+\; \tfrac{3}{13}\;C \,.\;.\;.\;.\;. \;(15)$$

---

Wird aber auf $C$ Rücksicht genommen, so ändern sich auch die Fehler; wie gesagt nennen wir dieselben nun zur Unterscheidung $z$, so findet man leicht:

$$\left.\begin{array}{lcl} z_0 &=& x_0 + \tfrac{6}{26}\,C \\ z_1 &=& x_1 - \tfrac{7}{26}\,C \\ z_2 &=& x_2 + \tfrac{6}{26}\,C \\ z_3 &=& x_3 - \tfrac{7}{26}\,C \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ z_{11} &=& x_{11} - \tfrac{7}{26}\,C \\ z_{12} &=& x_{12} + \tfrac{6}{26}\,C \end{array}\right\} \;.\;.\;.\;.\;.\;. \;(16)$$

Also

$$[z^2] = [x^2] + [\tfrac{6}{13}\,(x_0 + x_2 + \ldots + x_{12}) - \tfrac{7}{13}\,(x_1 + x_3 + \ldots + x_{11})]\;C + \tfrac{21}{26}\;C^2 \;(17)$$

Es folgt aber aus den Gleichungen (4), wenn man die $y$ und die $-\tfrac{1}{2}\,C$ nicht berücksichtigt:

$$6\,(x_0 + x_2 + \ldots + x_{12}) - 7\,(x_1 + x_3 + \ldots + x_{11}) =$$
$$-\,6\,(p_1 - p_{12}) - 5\,(p_3 - p_{10}) - 4\,(p_5 - p_8) - 3\,(p_7 - p_6) - 2\,(p_9 - p_4) - p_{11} + p_2$$

d. h. mit Rücksicht auf (7)

$$= \;-\; 21\;C.$$

Es wird also

$$\begin{array}{rcl} [z^2] &=& [x^2] - \tfrac{21}{13}\,C^2 + \tfrac{21}{26}\;C^2 \\ &=& [x^2] - \tfrac{21}{26}\;C^2 \,.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. \;(18) \end{array}$$

---

Ehe wir weiter gehen, wollen wir für die Berechnung ein Beispiel anführen. Es wurden von Herrn Metzger sieben Grade des horizontalen Kreises vom 10 zölligen Universal-Instrumente Gross

P. M. I gemessen. Wir wählen daraus die Messung des Grades $51\frac{1}{2}$—$52\frac{1}{2}$°. Jede Messung wurde, wie oben, S. 13, bereits erwähnt ist, dreimal ausgeführt.

### 1. Lösung der Gleichungen ohne $C$.

| $p$ | $x = A + bB + q$ | $bq$ | $q^2$ |
|---|---|---|---|
| + 2',50 | $x_{-6} = A + 6B - 9'{,}71$ | − 58',26 | 94',28 |
| + 0,17 | $x_{-5} = A + 5B - 7{,}21$ | − 36,05 | 51,98 |
| + 2,29 | $x_{-4} = A + 4B - 7{,}04$ | − 28,16 | 49,56 |
| + 0,17 | $x_{-3} = A + 3B - 4{,}75$ | − 14,25 | 22,56 |
| + 3,29 | $x_{-2} = A + 2B - 4{,}58$ | − 9,16 | 20,98 |
| + 1,29 | $x_{-1} = A + B - 1{,}29$ | − 1,29 | 1,66 |
| | $x_0 = A$ | | |
| + 2,58 | $x_1 = A - B + 2{,}58$ | − 2,58 | 6,66 |
| + 0,75 | $x_2 = A - 2B + 3{,}33$ | − 6,66 | 11,09 |
| + 2,96 | $x_3 = A - 3B + 6{,}29$ | − 18,87 | 39,56 |
| + 0,50 | $x_4 = A - 4B + 6{,}79$ | − 27,16 | 46,10 |
| + 2,17 | $x_5 = A - 5B + 8{,}96$ | − 44,80 | 80,28 |
| + 0,50 | $x_6 = A - 6B + 9{,}46$ | − 56,76 | 89,49 |
| | $[q] = + 2{,}83$ | $[bq] = - 304{,}00$ | $[q^2] = 514{,}20$ |
| | | | $\frac{1}{13}[q]^2 = - 0{,}62$ |
| | | | $\frac{1}{182}[bq]^2 = - 507{,}78$ |
| | | | $[x^2] = 5{,}80$ |

$$A = - \tfrac{1}{13}[q] = - 0'{,}218$$
$$B = - \tfrac{1}{182}[bq] = + 1{,}670$$

### 2. Berechnung von $C$.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| + 2',50 | + 2',29 | + 3',29 | + 2',58 | + 2',96 | + 2',17 |
| + 0,50 | + 0,50 | + 0,75 | + 1,29 | + 0,17 | + 0,17 |
| + 2,00 | + 1,79 | + 2,54 | + 1,29 | + 2,79 | + 2,00 |
| 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| + 12,00 | + 8,95 | + 10,16 | + 3,87 | + 5,58 | + 2,00 |

$$21\,C = 42{,}56$$
$$C = 2'{,}027$$

### 3. Verbesserung der Werthe van $A$ und $[x^2]$ für $C$.

$$A = - 0'{,}218 \qquad [x^2] = 5{,}80$$
$$\tfrac{3}{13}\,C = + 0{,}468 \qquad - \tfrac{21}{26}\,C^2 = - 3{,}32$$
$$A' = + 0{,}250 \qquad [z^2] = 2{,}48$$

Es muss nun noch Rücksicht darauf genommen werden, dass die beobachteten $p$ nicht fehlerfrei sind, dass also, wenn der Zweck ist, den mittleren Fehler eines Theilstrichs zu bestimmen, von den nach der Formel (13) berechneten $[x^2]$ noch ein Glied abgezogen werden muss. Um dieses Glied zu finden, substituire man aus (6) die Werthe von $A$ und $B$ in die Gleichungen (4), ohne die Glieder $-\frac{1}{2}C$ zu berücksichtigen; man erhält alsdann:

$$\left.\begin{array}{l}
x_0 = \frac{1}{132}[-132p_1 - 88p_2 - 50p_3 - 18p_4 + 8p_5 + 28p_6 + 42p_7 + 50p_8 + 52p_9 + 48p_{10} + 38p_{11} + 22p_{12}] \\
x_1 = \frac{1}{132}[+44 \; -99 \; -65 \; -36 \; -12 \; +7 \; +21 \; +30 \; +34 \; +35 \; +27 \; +16] \\
x_2 = \frac{1}{132}[+38 \; +72 \; -80 \; -34 \; -32 \; -14 \; 0 \; +10 \; +16 \; +18 \; +16 \; +10] \\
x_3 = \frac{1}{132}[+32 \; +61 \; +87 \; -72 \; -32 \; -35 \; -21 \; -10 \; -2 \; +3 \; +5 \; +4] \\
x_4 = \frac{1}{132}[+26 \; +50 \; +72 \; +92 \; -72 \; -56 \; -42 \; -30 \; -20 \; -12 \; -6 \; -2] \\
x_5 = \frac{1}{132}[+20 \; +39 \; +57 \; +74 \; +90 \; -77 \; -65 \; -50 \; -38 \; -27 \; -17 \; -8] \\
x_6 = \frac{1}{132}[+14 \; +28 \; +42 \; +56 \; +70 \; +84 \; -84 \; -70 \; -56 \; -42 \; -28 \; -14] \\
x_7 = \frac{1}{132}[+8 \; +17 \; +27 \; +38 \; +50 \; +65 \; +77 \; -90 \; -74 \; -57 \; -39 \; -20] \\
x_8 = \frac{1}{132}[+2 \; +6 \; +12 \; +20 \; +30 \; +42 \; +56 \; +72 \; -92 \; -72 \; -50 \; -26] \\
x_9 = \frac{1}{132}[-4 \; -5 \; -5 \; +2 \; +10 \; +21 \; +35 \; +52 \; +72 \; -87 \; -61 \; -32] \\
x_{10} = \frac{1}{132}[-10 \; -16 \; -18 \; -16 \; -10 \; 0 \; +14 \; +32 \; +54 \; +80 \; -72 \; -38] \\
x_{11} = \frac{1}{132}[-16 \; -27 \; -35 \; -34 \; -30 \; -21 \; -7 \; +12 \; +36 \; +65 \; +99 \; -44] \\
x_{12} = \frac{1}{132}[-22 \; -38 \; -48 \; -52 \; -50 \; -42 \; -28 \; -8 \; +18 \; +50 \; +88 \; +132]
\end{array}\right\} \quad (19)$$

Jedes $p$ ist nun aber, wie oben erwähnt, von einem Fehler $y$ begleitet, statt $p_1$ hätte also $p_1 - y_1$, u. s. w. gesetzt werden müssen. In obigem Systeme (19) ist demnach der Fehler des $x_0$

$$= \frac{1}{132}[-132y_1 - 88y_2 - 50y_3 - 18y_4 + 8y_5 + 28y_6 + 42y_7 + 50y_8 + 52y_9 + 48y_{10} + 38y_{11} + 22y_{12}],$$

der Fehler von $x_1$

$$= \frac{1}{132}[+44 \; -99 \; -65 \; -36 \; -12 \; +7 \; +21 \; +30 \; +34 \; +35 \; +27 \; +16],$$

u. s. w. Es muss also von $[x^2]$ der mittlere Werth der Quadratsumme dieser Ausdrücke abgezogen werden; bei der Berechnung dieser Quadratsumme braucht man aber nur die Summe der $y_1^2$, $y_2^2$, $y_3^2$, u. s. w. in Betracht zu ziehen, indem der Mittelwerth der Producte $y_1 y_2$, $y_1 y_3$, .... $y_2 y_3$, .... u. s. w. offenbar gleich Null angenommen werden kann. Setzt man nun den mittleren Beobachtungsfehler $= m$, so erhält dessen Quadrat $m^2$ die Summe der Quadrate obiger 156 Coefficienten zum Factor, d. h.

$$\begin{array}{l}
\left(\frac{132}{132}\right)^2 + \left(\frac{88}{132}\right)^2 + \text{u. s. w.} \\
+ \left(\frac{44}{132}\right)^2 + \left(\frac{99}{132}\right)^2 + \text{u. s. w.} \\
+ \text{u. s. w.}
\end{array}$$

Man findet diese Summe $= 11$; nennt man also den m. Fehler eines jeden Theilstrichs ... $M$, so ist

$$(13-2)\; M^2 = 11\; M^2 = [x^2] - 11\; m^2 \;\ldots\ldots\; (20)$$

und

$$M^2 = \frac{1}{11}[x^2] - m^2 \;\ldots\ldots\ldots\ldots\; (21)$$

Der mittlere Bestimmungsfehler $m$ wurde durch Vergleichung, unter einander, der drei verschiedenen Werthe berechnet, welche mit anfänglicher Ablesung $= 0$, $\frac{1}{3}$ Rev. und $\frac{2}{3}$ Rev. der Mikrometerschraube gefunden wurden; dabei wurde selbstverständlich auf den constanten Unterschied, wegen der periodischen Ungleichheiten der Schraube, zwischen den Messungen bei den drei Anfangspunkten Rücksicht genommen. Für diesen Grad war für eine einzelne Messung $(\text{m. F})^2 = 0{,}45$; also wegen der dreimaligen Wiederholung: $m^2 = \frac{0{,}45}{3} = 0{,}15$. Es würde demnach, wenn $C$ ausser Acht gelassen werden konnte:

$$M^2 = 0{,}53 - 0{,}15 = 0{,}38,$$

und

$$M = \pm\ 0'',62 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (22)$$

sein.

---

Wird aber $C$ eingeführt, wozu hier allerdings Veranlassung vorliegt, so ändert sich, ausser $A$, auch der Ausdruck für $M^2$.

Substituirt man nämlich die Werthe von $A$ und $B$ aus (15) und der $2^{\text{ten}}$ Gleichung (6) in (4), so erhält man dieselben Gleichungen (19) wie früher; nur wird dem zweiten Theile der ersten, dritten, fünften u. s. w. Gleichung noch das Glied $-\frac{6}{26}C$, und der zweiten, vierten, sechsten u. s. w. Gleichung noch das Glied $+\frac{7}{26}C$ hinzugefügt.

Es ist aber nach (7)

$$\begin{array}{l} +\frac{6}{26}C = \frac{1}{546}[\ 56p_1 - 6p_2 + 30p_3 - 12p_4 + 24p_5 - 18p_6 + 18p_7 - 24p_8 + 12p_9 - 30p_{10} + 6p_{11} - 36p_{12}] \\ -\frac{7}{26}C = \frac{1}{546}[-42 \quad +7 \quad -35 \quad +14 \quad -28 \quad +21 \quad -21 \quad +28 \quad -14 \quad +35 \quad -7 \quad +42 \ ] \end{array}$$

Fügt man diese Ausdrücke nun alternativ den Gleichungen (19) hinzu, so findet man:

$$\begin{array}{lrrrrrrrrrrrrl}
z_0 = \frac{1}{546}[ & -360p_1 & -270p_2 & -120p_3 & -66p_4 & +48p_5 & +66p_6 & +144p_7 & +126p_8 & +168p_9 & +114p_{10} & +120p_{11} & +30p_{12} & ] \\
z_1 = \frac{1}{546}[ & +90 & -200 & -230 & -94 & -64 & +42 & +42 & +118 & +88 & +134 & +74 & +90 & ] \\
z_2 = \frac{1}{546}[ & +150 & +210 & -210 & -174 & -72 & -60 & +18 & +6 & +60 & +24 & +54 & -6 & ] \\
z_3 = \frac{1}{546}[ & +54 & +190 & +226 & -202 & -184 & -84 & -84 & -2 & -20 & +44 & +8 & +54 & ] \\
z_4 = \frac{1}{546}[ & +114 & +144 & +246 & +264 & -192 & -186 & -108 & -114 & -48 & -66 & -12 & -42 & ] \\
z_5 = \frac{1}{546}[ & +18 & +124 & +136 & +236 & +242 & -210 & -210 & -122 & -128 & -46 & -58 & +18 & ] \\
z_6 = \frac{1}{546}[ & +78 & +78 & +156 & +156 & +234 & +234 & -234 & -234 & -156 & -156 & -78 & -78 & ] \quad (23) \\
z_7 = \frac{1}{546}[ & -18 & +58 & +46 & +128 & +122 & +210 & +210 & -242 & -236 & -136 & -124 & -18 & ] \\
z_8 = \frac{1}{546}[ & +42 & +12 & +66 & +48 & +114 & +108 & +186 & +192 & -264 & -246 & -144 & -114 & ] \\
z_9 = \frac{1}{546}[ & -54 & -8 & -44 & +20 & +2 & +84 & +84 & +184 & +202 & -226 & -190 & -54 & ] \\
z_{10} = \frac{1}{546}[ & +6 & -54 & -24 & -60 & -6 & -18 & +60 & +72 & +174 & +210 & -210 & -150 & ] \\
z_{11} = \frac{1}{546}[ & -90 & -74 & -134 & -88 & -118 & -42 & -42 & +64 & +94 & +230 & +290 & -90 & ] \\
z_{12} = \frac{1}{546}[ & -30 & -120 & -114 & -168 & -126 & -144 & -66 & -48 & +66 & +120 & +270 & +360 & ]
\end{array}$$

Jedes $v$ ist hier aber wiederum von seinem Fehler $y$ begleitet; diesen Ausdrücken sollen also noch analoge hinzugefügt werden, wo die $p$ durch $-y$ versetzt worden sind. Von den $[z^2]$ muss also in diesem Falle die Quadratsumme dieser Coefficienten $\times\ m^2$ abgezogen werden. Führt man dies aus, so findet man:

$$(13-3)\,M^2 = 10\,M^2 = [\varepsilon^2] - \tfrac{32}{3}\,m^2 \,\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (24)$$

also

$$M^2 = \tfrac{1}{10}\,[\varepsilon^2] - \tfrac{16}{15}\,m^2 \,\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (25)$$

---

Auf unser Beispiel angewandt, finden wir:

$$\begin{aligned} M^2 &= \phantom{\pm}\ 0{,}248 - 0{,}160 = 0{,}088 \\ M &= \pm\ 0'',296 \end{aligned}$$

---

Die Frage liegt auf der Hand, ob in der Gleichung (21) der Coefficient von $m^2$ für jeden Werth von $n$, der Zahl der in einem Grade der Theilung begriffenen Intervalle, der Einheit gleich sei. Um dies zu beurtheilen muss man die oben gegebene Entwickelung noch einmal, aber allgemein durchführen. Wenn wir dabei, was hier einfacher ist, als bei der numerischen Entwickelung, statt des Fehlers des mittleren Striches, den Fehler des ersten Striches $= A$ nennen, so ist die Entwickelung auch auf den Fall anwendbar, wo $n$, wie bei dem U. I. von Repsold, ungerade und also kein mittlerer Strich vorhanden ist. Wir lassen wieder einstweilen die $C$ ausser Betracht. Es sei

$$\left.\begin{aligned}
x_0 &= A \\
x_1 &= A + B + p_1 \\
&\ldots\ldots\ldots \\
x_{s-1} &= A + (s-1)\,B + p_1 + \ldots\ldots + p_{s-1} \\
x_s &= A + \phantom{(}s\phantom{-1)}\,B + p_1 + \ldots\ldots + p_{s-1} + p_s \\
x_{s+1} &= A + (s+1)\,B + p_1 + \ldots\ldots + p_{s-1} + p_s + p_{s+1} \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_{n-1} &= A + (n-1)\,B + p_1 + \ldots\ldots + p_{s-1} + p_s + p_{s+1} \ldots\ldots + p_{n-1} \\
x_n &= A + \phantom{(}n\phantom{-1)}\,B + p_1 + \ldots\ldots + p_{s-1} + p_s + p_{s+1} \ldots\ldots + p_{n-1} + p_n
\end{aligned}\right\}\ (26)$$

Die Methode der kleinsten Quadrate führt zu den folgenden Normalgleichungen:

$$\left.\begin{aligned}
0 &= (n+1)\,A + \tfrac{1}{2}\,n\,(n+1)\,B \ldots\ldots + (n-s+1)\,p_s + \ldots\ldots\ldots \\
0 &= \tfrac{1}{2}\,n\,(n+1)\,A + \tfrac{1}{6}\,n\,(n+1)\,(2\,n+1)\,B \ldots\ldots + \tfrac{1}{2}\,(n-s+1)\,(n+s)\,p_s + \ldots
\end{aligned}\right\}\ (27)$$

aus welchen man leicht ableitet:

$$\left.\begin{aligned}
A &= \ldots\ldots - \frac{(n-s+1)\,(n-3\,s+2)}{(n+1)\,(n+2)}\,p_s \ldots = \ldots + a p_s + \ldots \\
B &= \ldots\ldots - \frac{6\,(n-s+1)\,s}{n\,(n+1)\,(n+2)}\,p_s \ldots = \ldots + b p_s + \ldots
\end{aligned}\right\}\ (28)$$

wo also

$$a = -\frac{(n-s+1)\,(n-3\,s+2)}{(n+1)\,(n+2)} \quad \text{und} \quad b = -\frac{6\,(n-s+1)\,s}{n\,(n+1)\,(n+2)} \ \ldots\ldots \quad (29)$$

ist. Die Substitution in den Gleichungen (26) giebt:

$$\begin{array}{lllllll}
x_0 & = \ldots\ldots & ( & a & & ) & p_s \ldots\ldots \\
x_1 & = \ldots\ldots & ( & a + & & b) & p_s \ldots\ldots \\
& & & & & & \\
x_{s-1} & = \ldots\ldots & ( & a + & (s-1) & b) & p_s \ldots\ldots \\
x_s & = \ldots\ldots & (1 + & a + & s & b) & p_s \ldots\ldots \\
x_{s+1} & = \ldots\ldots & (1 + & a + & (s+1) & b) & p_s \ldots\ldots \\
& & & & & & \\
x_{n-1} & = \ldots\ldots & (1 + & a + & (n-1) & b) & p_s \ldots\ldots \\
x_n & = \ldots\ldots & (1 + & a + & n & b) & p_s \ldots\ldots
\end{array}$$

Die Summe der Quadrate der Coefficienten von $p_s$ wird:

$$= (n - s + 1) + 2a\,(n - s + 1) + 2b\,\frac{(n - s + 1)(n + s)}{2} + a^2\,(n + 1) + 2ab\,\frac{n\,(n + 1)}{2} + b^2\,\frac{n\,(n + 1)(n + 2)}{6},$$

oder, nach Substitution aus (29) der Werthe von $a$ und $b$ und Reduction:

$$(n - s + 1) - \frac{(n - s + 1)^2}{n + 1} - 3\,\frac{s^2\,(n - s + 1)^2}{n\,(n + 1)\,(n + 2)}.$$

Dieser Ausdruck muss nun noch für die Werthe von $s$ summirt werden, und zwar von $s = 1$ bis zu $s = n$. So findet man

$$\frac{n\,(n + 1)}{2} - \frac{1}{n + 1}\,\frac{n\,(n + 1)\,(2n + 1)}{6} - \frac{3}{n\,(n + 1)\,(n + 2)}\,\frac{n\,(n + 1)\,(n + 2)\,(n^2 + 2n + 2)}{30}$$

$$= \frac{n\,(n + 1)}{2} - \frac{n\,(2n + 1)}{6} - \frac{n^2 + 2n + 2}{10} = \frac{2n^2 + 4n - 6}{30} = \frac{(n + 3)\,(n - 1)}{15}.$$

Also

$$(n - 1)\;M^2 = [x^2] - \frac{(n + 3)\,(n - 1)}{15}\,m^2 \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \;(30)$$

woraus

$$M^2 = \frac{[x^2]}{n - 1} - \frac{n + 3}{15}\,m^2 \;\ldots\ldots\ldots\ldots \;(31).$$

Giebt man also $n$ die verschiedenen vorkommenden Werthe, so findet man:

$$\left.\begin{array}{llll}
\text{für } n = 2, & (\text{Theilungs-Intervalle von } 30'): & M^2 = & [x^2] - \frac{1}{3}\,m^2, \\
\text{„ } n = 3, & (\text{„ \quad „ } 20'): & & \frac{1}{2}\,[x^2] - \frac{2}{5}\,m^2, \\
\text{„ } n = 4, & (\text{„ \quad „ } 15'): & & \frac{1}{3}\,[x^2] - \frac{7}{15}\,m^2, \\
\text{„ } n = 6, & (\text{„ \quad „ } 10'): & & \frac{1}{5}\,[x^2] - \frac{3}{5}\,m^2, \\
\text{„ } n = 12, & (\text{„ \quad „ } 5'): & & \frac{1}{11}\,[x^2] - m^2, \\
\text{„ } n = 15, & (\text{„ \quad „ } 4'): & & \frac{1}{14}\,[x^2] - \frac{6}{5}\,m^2.
\end{array}\right\}\;(32)$$

Wird nun in diesem allgemeinen Falle, die dritte Unbekannte $C$ eingeführt, so findet man nach den nöthigen Entwickelungen:

$$[z^2] = [x^2] - \frac{n\,(n + 2)}{16\,(n + 1)}\,C^2 \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \;(33)$$

Der Einfluss der Beobachtungsfehler ist aber bei geraden und bei ungeraden $n$ nicht derselbe. Der Kürze halber werden wir die etwas langwierige Entwickelung hier übergehen und nur die Endresultate mittheilen. Man findet nämlich für die geraden $n$:

$$(n - 2)\;M^2 = [z^2] - \frac{(n - 2)\,(n + 4)}{15}\,m^2 \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \;(34)$$

also

$$M^2 = \frac{[z^2]}{n-2} - \frac{n+4}{15}\, m^2 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (55)$$

was, für $n = 12$, mit (25) stimmt.

Für die ungeraden $n$ weicht nur der Factor der $m^2$ um eine Kleinigkeit hiervon ab, es findet sich dann nämlich:

$$(n-2)\; M^2 = [z^2] - \frac{2\,n^2 + 4\,n - 15}{30}\, m^2$$

also

$$M^2 = \frac{[z^2]}{n-2} - \frac{2\,n^2 + 4n - 15}{30\,(n-2)}\, m^2 = \frac{[z^2]}{n-2} - \left\{\frac{n+4}{15} + \frac{1}{30\,(n-2)}\right\} m^2 \;.\;.\; (56)$$

Für $n = 15$ würde dies also werden:

$$M^2 = \tfrac{1}{13}\,[z^2] - \tfrac{33}{26}\, m^2 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (57)$$

Beim Repsold'schen Universal-Instrumente, dem einzigen wo $n$ ungerade war, ist aber von einem regelmässigen Unterschiede zwischen geraden und ungeraden Theilungs-Intervallen keine Spur zu erkennen. Die letzte Formel bleibt also bei uns ausser Anwendung.

---

Der Werth von $m^2$ wurde aus den Unterschieden der einzelnen Messungen der Theilungs-Intervalle mit ihrem arithmetischen Mittel abgeleitet. Es sind hier aber zwei Fälle zu unterscheiden. Bei den achtzölligen Instrumenten P. M. II, III, IV und V entsprach eine Revolution der Mikrometerschraube einem Theilungs-Intervall, die Messungen der Intervalle waren also, obgleich die Ablesung auf der Trommel regelmässig gewechselt wurde, von periodischen Fehlern der Schraube frei.

Bei den 10 zölligen Universal-Instrumenten, Gross P. M. I und II, war aber jedes Theilungs-Intervall = 2⅓ Revolution. Wie Herr Martins, der Inhaber der berühmten Firma Pistor und Martins, mir seiner Zeit mittheilte, wurde damit bezweckt, den Beobachter in die Lage zu setzen, einerseits mittels Ablesung an zwei neben einander stehenden Strichen des Randes, den Einfluss der zufälligen Theilungsfehler zu verringern, andererseits mittels Ablesung an zwei gegenüberstehenden Theilen der Trommel, das Hauptglied der Correction für periodische Fehler zu eliminiren. Die Folge ist dann aber auch, dass jede besondere Messung eines Theilungs-Intervalles nicht frei von den periodischen Fehlern der Schraube ist, und will man die Resultate, welche bei einer anfänglichen Ablesung = 0'0", 0'40" und 1'20" erhalten werden, zur Bestimmung des mittleren Fehlers mit einander vergleichen, so muss man erst aus allen Messungen den systematischen Unterschied zwischen der zweiten und ersten, wie auch zwischen der dritten und ersten Messung ableiten, und diese bei der Vergleichung anwenden. Die Quadratsumme der Unterschiede mit den ar. Mitteln erhält also, wenn $N$ Grade mit demselben Mikroskope untersucht worden sind, und jeder Grad $n$ Intervalle hat, um $m^2$ zu finden, zum Theiler

$$3\,(2\,N\,n - 2).$$

Sind beide Mikroskope benutzt worden, so muss man natürlich nur diejenigen Messungen, welche mit demselben Mikroskop ausgeführt worden sind, vereinigen.

---

Wir werden nun in den zwei unten folgenden Tafeln die Resultate dieser Rechnungen folgen lassen. Die Werthe von $A$ vor und nach der Verbesserung für $C$, mittels der Formel (15), sind in denselben weggelassen worden. Vor dieser Verbesserung war öfters das Vorzeichen dieser Grösse bei den verschiedenen Graden desselben Instruments dasselbe, nach der Verbesserung wechselten die Vorzeichen ab, so dass diese Grösse wie die übrigen $x$, den Charakter eines zufälligen Fehlers erhielt.

In der ersten Columne der Tafel I bedeutet H den horizontalen und V den vertikalen Kreis. In der dritten Columne sind die Anfangsbuchstaben der Vornamen nur dann angesetzt, wenn mehr als eine Person desselben Namens Mitarbeiter bei der Triangulation war.

Zur besseren Uebersicht sind die Resultate der Tafel I in Tafel II zusammengefügt.

RESULTATE DER UNTERSUCHUNGEN NACH DER GLEICHMÄSSIGKEIT DER KREISTHEILUN-

| Instrument und Kreis. | Durchmesser des Kreises. | Beobachter. | Zeit. | Wieviel Mal gemessen. | Grad. | *B.* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| P. M. I, H. | 8 Z. | J. A. C. Oudemans. | Feb. 1865. | 4 | 0° — 1° | + 0",892 |
| | | van Maanen. | Aug. 1866. | 4 | 90 — 91 | + 1 ,576 |
| | | | | | | Mittel: |
| P. M. II, H. | 8 Z. | J. A. C. Oudemans, (Utrecht.) | 1892. | 5 | 0 — 1 | + 1 ,460 |
| | | | | « | 51 — 52 | — 0 ,845 |
| | | | | « | 103 — 104 | — 0 ,258 |
| | | | | « | 154 — 155 | — 0 ,545 |
| | | | | « | 205 — 206 | — 0 ,562 |
| | | | | « | 252 — 253 | — 0 ,741 |
| | | | | « | 308 — 309 | — 0 ,691 |
| | | | | | | Mittel: |
| P. M. II, V. | 8 Z. | J. A. C. Oudemans, (Utrecht.) | 1892. | 5 | 0 — 1 | — 0 ,577 |
| | | | | « | 51 — 52 | — 0 ,575 |
| | | | | « | 102 — 103 | — 0 ,500 |
| | | | | « | 154 — 155 | — 0 ,157 |
| | | | | « | 205 — 206 | — 0 ,054 |
| | | | | « | 256 — 257 | — 0 ,610 |
| | | | | « | 308 — 309 | — 0 ,256 |
| | | | | | | Mittel: |
| P. M. III, H. | 8 Z. | Metzger. | Mai 1865. | 5 | 0 — 1 | + 5 ,960 |
| | | | | « | 51½ — 52½ | + 2 ,295 |
| | | | | « | 103 — 104 | + 5 ,008 |
| | | | | « | 154½ — 155½ | + 1 ,401 |
| | | | | « | 207 — 208 | + 5 ,174 |
| | | | | « | 257½ — 258½ | + 2 ,568 |
| | | | | « | 309 — 310 | + 0 ,625 |
| | | | | | | Mittel: |
| P. M. III, V. | 8 Z. | Metzger. | Mai 1865. | 5 | 0 — 1 | — 5 ,065 |
| | | | | « | 51½ — 52½ | — 5 ,164 |
| | | | | « | 103 — 104 | — 5 ,188 |
| | | | | « | 154½ — 155½ | — 2 ,925 |
| | | | | « | 206 — 207 | — 4 ,268 |
| | | | | « | 257½ — 258½ | — 5 ,516 |
| | | | | « | 309 — 310 | — 5 ,769 |
| | | | | | | Mittel: |
| P. M. IV, H. | 8 Z. | Van Isselmuden. | August 1875. | 5 | 0 — 1 | — 1",578 |
| | | | | « | 51½ — 52½ | — 1 ,722 |
| | | | | « | 103 — 104 | — 2 ,227 |
| | | | | « | 154½ — 155½ | — 1 ,955 |
| | | | | « | 206 — 207 | — 2 ,692 |
| | | | | « | 257½ — 258½ | — 2 ,269 |
| | | | | « | 308 — 309 | — 2 ,051 |
| | | | | | | Mittel: |

GEN DER BEI DER TRIANGULATION VON JAVA ANGEWANDTEN UNIVERSAL-INSTRUMENTE.

| C. | $[x^2]$. | $[z^2]$. | $\frac{[x^2]}{n-1}$. | $\frac{[z^2]}{n-2}$. | $m^2$. | $M^2 = \frac{[z^2]}{n-2} - \frac{n+4}{15} m^2$. | M. | Grösster Unterschied mit Rücksicht auf C. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 4",660 | 17,55 | 15,50 | 1,59 | 1,55 | | | | 5",72 |
| + 1 ,141 | 5,62 | 4,57 | 0,51 | 0,46 | | | | 2 ,42 |
| + 4 ,400 | 11,58 | 9,94 | 1,05 | 0,99 | 0,27 | 0,705 | ± 0",84 | |
| 0 ,047 | 2,06 | 2,06 | 0,187 | 0,206 | 0,067 | | | 1 ,90 |
| + 0 ,446 | 2,44 | 2,28 | 0,222 | 0.228 | 0,067 | | | 1 ,88 |
| + 4 ,556 | 2,54 | 0,65 | 0,251 | 0,065 | 0,057 | | | 0 ,47 |
| + 0 ,617 | 5,56 | 5,25 | 0,524 | 0,525 | 0,060 | | | 1 ,76 |
| − 0 ,078 | 0,59 | 0,59 | 0,054 | 0,059 | 0,057 | | | 0 ,89 |
| + 1 ,787 | 4,74 | 2.16 | 0,451 | 0,216 | 0,075 | | | 0 ,66 |
| + 0 ,650 | 0,96 | 0,64 | 0,087 | 0,064 | 0,077 | | | 0 ,42 |
| + 0 ,699 | 2,415 | 1,66 | 0,219 | 0,166 | 0,065 | 0,100 | ± 0 ,52 | 4 ,14 |
| − 0 ,097 | 1,50 | 1,49 | 0,156 | 0,149 | 0,257 | | | 1 ,60 |
| − 0 ,174 | 7,99 | 7,97 | 0,726 | 0,797 | 0,217 | | | 4 ,60 |
| 0 ,924 | 2,07 | 1,58 | 0,188 | 0.158 | 0,157 | | | 0 ,95 |
| − 0 ,199 | 1,17 | 1,14 | 0,106 | 0.114 | 0,077 | | | 1 ,45 |
| − 0 ,719 | 5,26 | 2,84 | 0,296 | 0,284 | 0,120 | | | 2 ,58 |
| − 0 ,614 | 2,85 | 2,55 | 0,257 | 0,255 | 0,095 | | | 4 ,08 |
| − 0 ,268 | 5,55 | 5,47 | 0,521 | 0,547 | 0,120 | | | 4 ,05 |
| − 0 ,428 | 5,192 | 2,94 | 0,290 | 0,294 | 0,145 | 0,145 | ± 0 ,58 | 4 ,46 |
| − 6 ,652 | 45,57 | 7,85 | 5,96 | 0,785 | 0,81 | | | 2 ,65 |
| − 7 ,005 | 54,65 | 15,02 | 4,97 | 1,502 | 1,10 | | | 4 ,50 |
| − 6 ,005 | 41,41 | 12,28 | 5,76 | 1,228 | 0,75 | | | 2 ,70 |
| − 5 ,758 | 25,52 | 12,05 | 2,12 | 1,205 | 0,57 | | | 4 ,86 |
| − 6 ,562 | 48,91 | 14,15 | 4,45 | 1,415 | 0,56 | | | 4 ,64 |
| − 4 ,752 | 59,79 | 21,55 | 5,62 | 2.155 | 1,54 | | | 5 ,55 |
| − 5 ,605 | 57,68 | 52,50 | 5,24 | 5,250 | 2,11 | | | 4 ,20 |
| − 5 ,760 | 44,19 | 16,45 | 4,02 | 1,645 | 1,05 | 0,542 | ± 0 ,74 | 5 ,41 |
| − 4 ,071 | 16,10 | 2,71 | 1,46 | 0,27 | 0,68 | | | 1 ,75 |
| − 5 ,229 | 48,49 | 26,41 | 4,41 | 2,64 | 0,74 | | | 2 ,87 |
| − 2 ,645 | 25,81 | 20,17 | 2,55 | 2,02 | 0,48 | | | 4 ,26 |
| − 5 ,005 | 25,16 | 4,95 | 2,29 | 0,49 | 0,81 | | | 2 ,50 |
| − 6 ,224 | 56,40 | 5,11 | 5,51 | 0,51 | 0,51 | | | 2 ,08 |
| − 5 ,155 | 29,65 | 8,55 | 2,69 | 0,84 | 0,49 | | | 2 ,67 |
| − 5 ,845 | 58,66 | 11,08 | 5,51 | 1,11 | 0,51 | | | 5 ,56 |
| − 4 ,878 | 51,46 | 11,25 | 2,86 | 1,125 | 0,60 | 0,485 | ± 0 ,695 | 2 ,78 |
| − 4 ,751 | 2,86 | 0,44 | 0,260 | 0,044 | 0,070 | | | 0 ,57 |
| − 2 ,185 | 4,85 | 1,00 | 0,441 | 0,100 | 0,048 | | | 0 ,72 |
| − 2 ,612 | 6,86 | 1,55 | 0,624 | 0,155 | 0,052 | | | 0 ,89 |
| − 4 ,176 | 2,75 | 1,65 | 0,250 | 0,165 | 0,094 | | | 0 ,82 |
| − 4 ,490 | 2,60 | 0,81 | 0,256 | 0,081 | 0,094 | | | 0 ,96 |
| − 2 ,045 | 4,91 | 1,54 | 0,446 | 0,154 | 0,092 | | | 1 ,11 |
| − 2 ,552 | 4,75 | 0,26 | 0,450 | 0,026 | 0,052 | | | 0 ,50 |
| − 1 ,941 | 4,22 | 1,00 | 0,584 | 0,100 | 0,068 | 0,027 | ± 0 ,16 | 0 ,80 |

| Instrument und Kreis. | Durchmesser des Kreises. | Beobachter. | Zeit. | Wieviel Mal gemessen. | Grad. | B. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| P. M. IV, II. | 8 Z. | Tennissen. | April 1875. | 5 | 0° — 1° | + 0″,269 |
| | | | | « | 51½ — 52½ | + 0 ,227 |
| | | | | « | 103 — 104 | + 0 ,145 |
| | | | | « | 154½ — 155½ | + 0 ,455 |
| | | | | « | 206 — 207 | + 0 ,027 |
| | | | | « | 257½ — 258½ | + 0 ,124 |
| | | | | « | 309 — 310 | + 0 ,287 |
| | | | | | | Mittel: |
| P. M. IV, V. | 8 Z. | Tennissen. | Januar 1876. | 5 | 0 — 1 | — 0 ,205 |
| | | | | « | 51½ — 52½ | — 0 ,099 |
| | | | | « | 103 — 104 | — 0 ,145 |
| | | | | « | 154½ — 155½ | — 0 ,556 |
| | | | | « | 206 — 207 | — 0 ,260 |
| | | | | « | 257½ — 258½ | — 0 ,280 |
| | | | | « | 309 — 310 | — 0 ,275 |
| | | | | | | Mittel: |
| P. M. V, II. | 8 Z. | H. T. Soeters. | October 1871. | 5 | 0 — 1 | + 0 ,952 |
| | | | | « | 51½ — 52½ | + 0 ,419 |
| | | | | « | 103 — 104 | + 0 ,229 |
| | | | | « | 154½ — 155½ | — 0 ,054 |
| | | | | « | 206 — 207 | — 0 ,080 |
| | | | | « | 257½ — 258½ | — 0 ,052 |
| | | | | « | 309 — 310 | + 0 ,027 |
| | | | | | | Mittel: |
| | | | | | Mit Ausschliessung des ersten Grades | |
| P. M. V, V. | 8 Z. | H. T. Soeters. | October 1871. | 5 | 0 — 1 | — 0 ,550 |
| | | | | « | 51½ — 52½ | — 0 ,161 |
| | | | | « | 103 — 104 | — 0 ,056 |
| | | | | « | 154½ — 155½ | — 0 ,109 |
| | | | | « | 206 — 207 | — 0 ,260 |
| | | | | « | 257½ — 258½ | — 0 ,255 |
| | | | | « | 309 — 310 | — 0 ,064 |
| | | | | | | Mittel: |
| Gr. P. M. I, II. | 10 Z. | Metzger. | 1868. | 5 | 0 — 1 | — 1 ,258 |
| | | | | « | 51½ — 52½ | — 1 ,670 |
| | | | | « | 103 — 104 | — 1 ,879 |
| | | | | « | 154½ — 155½ | — 1 ,552 |
| | | | | « | 206 — 207 | — 1 ,584 |
| | | | | « | 257½ — 258½ | — 1 ,601 |
| | | | | « | 309 — 310 | — 1 ,497 |
| | | | | | | Mittel: |

(1) Gerade die erste Abtheilung dieses Grades, 0° 0′—0° 5′, ist um etwa 4″ zu klein; es scheint dort also ein

| C. | $[x^2]$. | $[z^2]$. | $\frac{[x^2]}{n-1}$. | $\frac{[z^2]}{n-2}$. | $m^2$. | $M^2 = \frac{[z^2]}{n-2} - \frac{n+4}{15} \cdot m^2$. | M. | Grösster Unterschied mit Rücksicht auf C. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — 1",685 | 2,92 | 0,65 | 0,265 | 0,065 | 0,040 | | | 0",91 |
| — 1 ,158 | 2,12 | 1,04 | 0,195 | 0,104 | 0,052 | | | 1 ,45 |
| — 1 ,919 | 5,01 | 2,04 | 0,455 | 0,204 | 0,040 | | | 2 ,05 |
| — 1 ,187 | 2,79 | 1,65 | 0,254 | 0,165 | 0,040 | | | 1 ,08 |
| — 2 ,194 | 6,12 | 2,25 | 0,556 | 0,225 | 0,044 | | | 0 ,87 |
| — 2 ,145 | 5,69 | 1,98 | 0,517 | 0,198 | 0,054 | | | 1 ,05 |
| — 1 ,289 | 2,82 | 1,48 | 0,256 | 0,148 | 0,016 | | | 1 ,42 |
| — 1 ,655 | 5,924 | 1,58 | 0,557 | 0,158 | 0,056 | 0,120 | ± 0",55 | 1 ,26 |
| — 1 ,526 | 1,65 | 0,25 | 0,150 | 0,025 | 0,044 | | | 0 ,65 |
| — 1 ,640 | 5,15 | 0,96 | 0,285 | 0,096 | 0,026 | | | 1 ,02 |
| — 1 ,598 | 2,58 | 0,52 | 0,216 | 0,052 | 0,024 | | | 0 ,68 |
| — 1 ,746 | 2,95 | 0,49 | 0,268 | 0,049 | 0,025 | | | 0 ,75 |
| — 2 ,510 | 4,99 | 0,68 | 0,454 | 0,068 | 0,022 | | | 0 ,47 |
| — 1 ,510 | 2,58 | 0,54 | 0,216 | 0,054 | 0,011 | | | 0 ,95 |
| — 1 ,058 | 1,95 | 1,05 | 0,175 | 0,105 | 0,012 | | | 0 ,58 |
| — 1 ,598 | 2,77 | 0,61 | 0,252 | 0,061 | 0,024 | 0,055 | ± 0 ,19 | 0 ,72 |
| + 0 ,582 | 24,15 | 25,85 | 2,194 | 2,585 | 0,170 | | | 5 ,46(1) |
| — 1 ,908 | 5,46 | 2,52 | 0,496 | 0,252 | 0,164 | | | 0 ,65 |
| — 0 ,881 | 0,75 | 0,15 | 0,068 | 0,015 | 0,048 | | | 0 ,56 |
| — 1 ,017 | 5,19 | 2,55 | 0,290 | 0,255 | 0,074 | | | 1 ,44 |
| — 0 ,796 | 1,25 | 0,74 | 0,114 | 0,074 | 0,046 | | | 1 ,04 |
| — 0 ,927 | 0,98 | 0,29 | 0,089 | 0,029 | 0,054 | | | 0 ,45 |
| — 0 ,920 | 1,59 | 0,91 | 0,145 | 0,091 | 0,052 | | | 0 ,56 |
| — 0 ,858 | 5,55 | 4,40 | 0,485 | 0,440 | 0,086 | 0,548 | ± 0 ,59 | 1 ,42 |
| — 1 ,075 | 2,20 | 1,16 | 0,200 | 0,116 | 0,072 | 0,059 | ± 0 ,20 | 0 ,75 |
| + 0 ,999 | 1,59 | 0,58 | 0,126 | 0,058 | 0,090 | | | 0 ,80 |
| + 0 ,575 | 0,79 | 0,68 | 0,072 | 0,068 | 0,044 | | | 0 ,65 |
| + 0 ,557 | 0;27 | 0,17 | 0,025 | 0,017 | 0,052 | | | 0 ,50 |
| + 0 ,474 | 0,495 | 0,515 | 0,045 | 0,052 | 0,018 | | | 0 ,55 |
| + 0 ,009 | 0,41 | 0,41 | 0,057 | 0,041 | 0,028 | | | 0 ,79 |
| + 0 ,172 | 0,19 | 0,17 | 0,017 | 0,017 | 0,028 | | | 0 ,51 |
| + 0 ,144 | 0,11 | 0,09 | 0,010 | 0,011 | 0,010 | | | 0 ,28 |
| + 0 ,561 | 0,522 | 0,54 | 0,047 | 0,054 | 0,056 | — 0,004 | 0 ,00? | 0 ,55 |
| — 1 ,561 | 8,75 | 7,25 | 0,794 | 0,725 | 0,416 | | | 1 ,64 |
| — 2 ,027 | 5,80 | 2,48 | 0,527 | 0,248 | 0,149 | | | 1 ,09 |
| — 1 ,566 | 2,14 | 0,60 | 0,195 | 0,060 | 0,080 | | | 0 ,67 |
| — 0 ,957 | 1,56 | 0,85 | 0,142 | 0,085 | 0,205 | | | 0 ,89 |
| — 1 ,752 | 4,80 | 2,58 | 0,440 | 0,258 | 0,268 | | | 1 ,52 |
| — 1 ,085 | 5,05 | 2,10 | 0,277 | 0,210 | 0,227 | | | 1 ,46 |
| — 1 ,218 | 2,70 | 1,59 | 0,245 | 0,159 | 0,099 | | | 1 ,40 |
| — 1 ,589 | 4,11 | 2,45 | 0,574 | 0,245 | 0,206 | 0,025 | ± 0 ,16 | 1 ,24 |

Sprung in der Theilung zu sein.

| Instrument und Kreis. | Durchmesser des Kreises. | Beobachter. | Zeit. | Wieviel Mal gemessen. | Grad. | *B.* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gr. P. M. I, II. | 10 Z. | Verloop, (Utrecht.) | Dec. 1886. | 5 | 0° — 1° | + 1",400 | |
| | | | | « | 51½ — 52½ | + 1 ,509 | |
| | | | | « | 103 — 104 | + 1 ,870 | |
| | | | | « | 154½ — 155½ | + 1 ,052 | |
| | | | | « | 206 — 207 | + 0 ,750 | |
| | | | | « | 257 — 258 | + 0 ,700 | |
| | | | | « | 308½ — 309½ | + 0 ,951 | |
| Gr. P. M. I, V. | 10 Z. | H. T. Soeters. | Juli 1872. | 5 | 0 — 1 | — 0 ,078 | |
| | | | | « | 51½ — 52½ | — 0 ,151 | |
| | | | | « | 103 — 104 | — 0 ,129 | |
| | | | | « | 154½ — 155½ | — 0 ,095 | |
| | | | | « | 206 — 207 | — 0 ,201 | |
| | | | | « | 257½ — 258½ | — 0 ,140 | |
| | | | | « | 309 — 310 | — 0 ,225 | |
| | | | | | | Mikr. A. | Mikr. B. |
| Gr. P. M. II, II. | 10 Z. | Metzger | Sept. Oct. 1868. | 5 | 0 — 1 | +1 ,205 | |
| | | | | « | 51½ — 52½ | | +2 ,274 |
| | | | | « | 103 — 104 | +0 ,786 | |
| | | | | « | 154½ — 155½ | | +2 ,272 |
| | | | | « | 206 — 207 | +0 ,859 | |
| | | | | « | 257½ — 258½ | | +2 ,127 |
| | | | | « | 309 — 310 | +0 ,814 | |
| | | | | « | 30 — 31 | | +2 ,446 |
| | | | | « | 81½ — 82½ | +1 ,170 | |
| | | | | « | 133 — 134 | | +2 ,505 |
| | | | | « | 184½ — 185½ | +0 ,882 | |
| | | | | « | 236 — 237 | | +1 ,996 |
| | | | | « | 287½ — 288½ | +0 ,762 | |
| | | | | « | 338 — 339 | | +1 ,725 |
| | | | | « | 60 — 61 | +1 ,562 | |
| | | | | « | 111½ — 112½ | | +2 ,260 |
| | | | | « | 163 — 164 | +0 ,826 | |
| | | | | « | 214½ — 215½ | | +1 ,795 |
| | | | | « | 266 — 267 | +1 ,579 | |
| | | | | « | 317½ — 318½ | | +1 ,908 |
| | | | | « | 9 — 10 | +2 ,452 | |
| | | | | « | 90 — 91 | | +3 ,148 |
| | | | | « | 141½ — 142½ | +1 ,957 | |
| | | | | « | 193 — 194 | | +3 ,019 |
| | | | | | | +1 ,205 | +2 ,289 |

| C. | $[x^2]$. | $[z^2]$. | $\frac{[x^2]}{n-1}$. | $\frac{[z^2]}{n-2}$. | $m^2$. | $M^2 = \frac{[z^2]}{n-2} - \frac{n+1}{15} \cdot m^2$. | M. | Grösster Unterschied mit Rücksicht auf C. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — 1″,735 | 3,20 | 0,77 | 0,291 | 0,077 | 0,041 | | | 0′,95 |
| — 1 ,321 | 2,96 | 1,55 | 0,269 | 0,155 | 0,098 | | | 0 ,62 |
| — 1 ,735 | 3,25 | 0,82½ | 0,295 | 0,083 | 0,125 | | | 0 ,79 |
| — 1 ,222 | 2,32 | 1,11½ | 0,211 | 0,112 | 0,056 | | | 1 ,18 |
| — 2 ,318 | 4,92 | 0,58 | 0,447 | 0,058 | 0,080 | | | 0 ,76 |
| — 1 ,872 | 4,35 | 1,52 | 0,395 | 0,152 | 0,052 | | | 1 ,07 |
| — 0 ,864 | 2,54 | 1,94 | 0,231 | 0,194 | 0,180 | | | 1 ,54 |
| — 1 ,581 | 3,36 | 1,17 | 0,305 | 0,117 | 0,090 | 0,021 | 0″,145 | 0, 99 |
| | | | | | | | | |
| + 0 ,670 | 0,59 | 0,23 | 0,054 | 0,023 | 0,033 | | | 0 ,28 |
| + 0 ,381 | 0,45 | 0,33 | 0,041 | 0,033 | 0,067 | | | 0 ,42 |
| | | | | | | | | |
| + 0 ,108 | 0,14 | 0,13 | 0,013 | 0,013 | 0,043 | | | 0 ,42 |
| + 0 ,452 | 0,25 | 0,10 | 0,023 | 0,010 | 0,017 | | | 0 ,55 |
| — 0 ,017 | 0,12 | 0,12 | 0,011 | 0,012 | 0,013 | | | 0 ,59 |
| + 0 ,166 | 0,42 | 0,40 | 0,038 | 0,040 | 0,017 | | | 0 ,51 |
| + 0 ,034 | 0,30 | 0,30 | 0,027 | 0,030 | 0,023 | | | 0 ,50 |
| + 0 ,256 | 0,324 | 0,23 | 0,029 | 0,023 | 0,030 | — 0,009 | ? | 0 ,41 |
| | | | | | | | | |
| — 1 ,557 | 2,91 | 1,47 | 0,265 | 0,147 | 0,107 | | | 1 ,08 |
| — 2 ,250 | 5,94 | 1,92 | 0,540 | 0,192 | 0,195 | | | 1 ,02 |
| — 0 ,675 | 3,60 | 3,25 | 0,327 | 0,325 | 0,145 | | | 1 ,24 |
| — 1 ,407 | 2,57 | 0,97 | 0,234 | 0,097 | 0,187 | | | 0 ,55 |
| — 0 ,952 | 3,26 | 2,56 | 0,296 | 0,256 | 0,195 | | | 1 ,57 |
| — 2 ,051 | 4,57 | 1,24 | 0,415 | 0,124 | 0,200 | | | 1 ,09 |
| — 1 ,244 | 3,92 | 2,67 | 0,356 | 0,267 | 0,255 | | | 1 ,50 |
| | | | | | | | | |
| — 2 ,755 | 16,25 | 10,22 | 1,477 | 1,022 | 0,167 | | | 1 ,64 |
| — 0 ,710 | 3,85 | 3,44 | 0,350 | 0,344 | 0,195 | | | 1 ,80 |
| — 1 ,706 | 4,82 | 2,47 | 0,438 | 0,247 | 0,227 | | | 1 ,24 |
| — 1 ,850 | 5,64 | 2,94 | 0,513 | 0,294 | 0,275 | | | 1 ,72 |
| — 2 ,167 | 6,80 | 3,01 | 0,618 | 0,301 | 0,295 | | | 1 ,12 |
| — 1 ,895 | 6,45 | 3,55 | 0,586 | 0,355 | 0,255 | | | 0 ,60 |
| — 2 ,181 | 6,72 | 2,88 | 0,611 | 0,288 | 0,505 | | | 1 ,40 |
| | | | | | | | | |
| — 1 ,424 | 4,44 | 2,80 | 0,404 | 0,280 | 0,287 | | | 1 ,04 |
| — 1 ,100 | 8,50 | 7,52 | 0,773 | 0,752 | 0,255 | | | 1 ,98 |
| — 1 ,185 | 4,30 | 3,17 | 0,391 | 0,317 | 0,457 | | | 1 ,70 |
| — 1 ,962 | 4,99 | 1,88 | 0,454 | 0,188 | 0,260 | | | 1 ,57 |
| — 1 ,440 | 4,84 | 3,17 | 0,440 | 0,317 | 0,155 | | | 1 ,19 |
| — 0 ,812 | 3,63 | 3,10 | 0,330 | 0,310 | 0,510 | | | 1 ,65 |
| — 1 ,290 | 1,80 | 0,46 | 0,164 | 0,046 | 0,205 | | | 0 ,87 |
| | | | | | | | | |
| — 0 ,756 | 4,94 | 4,50 | 0,449 | 0,450 | 0,215 | | | 2 ,01 |
| — 1 ,757 | 3,81 | 1,57 | 0,346 | 0,157 | 0,147 | | | 1 ,01 |
| 2 ,048 | 7,03 | 3,64 | 0,639 | 0,364 | 0,275 | | | 1 ,74 |
| — 1 ,554 | 5,23 | 3,09 | 0,476 | 0,309 | 0,227 | 0,067 | ± 0″,26 | 1 ,55 |

| Instrument und Kreis. | Durchmesser des Kreises. | Beobachter. | Zeit. | Wieviel Mal gemessen. | Grad. | Mikroskop. | *B.* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gr. P. M. II, V. | 10 Z. | Metzger. | 1868. | 5 | 0°— 1° | I | + 0",522 |
| | | | | « | 51½ — 52½ | II | + 0 ,841 |
| | | | | « | 103 — 104 | I | + 0 ,775 |
| | | | | « | 154½— 155½ | II | + 0 ,586 |
| | | | | « | 206 — 207 | ? | + 1 ,161 |
| | | | | « | 257½ — 208½ | ? | + 1 ,142 |
| | | | | « | 309 — 310 | ? | + 1 ,459 |
| | | | | « | 30 — 31 | ? | + 1 ,154 |
| | | | | « | 81½— 82½ | ? | + 1 ,196 |
| | | | | « | 133 — 134 | ? | + 1 ,249 |
| Repsold, II. | 12 Z. | Van Isselmuden. | Febr. 1873. | 5 | 0 — 1 | I | + 0 ,096 |
| | | | | « | 51 — 52 | I | + 0 ,067 |
| | | | | « | 103 — 104 | I | + 0 ,058 |
| | | | | « | 155 — 156 | I | + 0 ,029 |
| | | | | « | 206 — 207 | II | + 0 ,005 |
| | | | | « | 257 — 258 | I | + 0 ,025 |
| | | | | « | 308 — 309 | I | + 0 ,028 |
| Repsold, V. | 12 Z. | Van Isselmuden. | März 1873. | 5 | 0 — 1 | A | — 0 ,008 |
| | | | | « | 51 — 52 | « | + 0 ,017 |
| | | | | « | 103 — 104 | « | — 0 ,017 |
| | | | | « | 154 — 155 | « | + 0 ,014 |
| | | | | « | 206 — 207 | « | — 0 ,016 |
| | | | | « | 257 — 258 | « | — 0 ,009 |
| | | | | « | 308 — 309 | « | — 0 ,016 |

| $C$. | $[x^2]$. | $[z^2]$. | $\frac{[x^2]}{n-1}$. | $\frac{[z^2]}{n-2}$. | $m^2$. | $M^2 = \frac{[z^2]}{n-2} - \frac{n+4}{15} \cdot m^2$. | $M$. | Grösster Unterschied mit Rücksicht auf $C$. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| + 0″,740 | 2,98 | 2,54 | 0,271 | 0,254 | 0,097 | | | 1″,59 |
| + 0 ,597 | 4,25 | 4,12 | 0,586 | 0,412 | 0,117 | | | 1 ,51 |
| + 1 ,545 | 4,05 | 2,57 | 0,566 | 0,257 | 0,025 | | | 0 ,95 |
| + 1 ,880 | 5,91 | 5,055 | 0,557 | 0,506 | 0,155 | | | 1 ,75 |
| + 0 ,069 | 1,12 | 1,12 | 0,102 | 0,112 | 0,190 | | | 1 ,14 |
| + 1 ,419 | 2,94 | 1,51 | 0,267 | 0,151 | 0,110 | | | 1 ,24 |
| + 1 ,550 | 2,54 | 0,91 | 0,215 | 0,091 | 0,125 | | | 0 ,92 |
| + 0 ,947 | 1,40 | 0,68 | 0,127 | 0,068 | 0,110 | | | 1 ,01 |
| + 1 ,582 | 5,09 | 5,55 | 0,465 | 0,555 | 0,117 | | | 1 ,46 |
| + 1 ,816 | 5,45 | 0,77 | 0,512 | 0,077 | 0,085 | | | 0 ,84 |
| + 1 ,155 | 0,555 | 2,06 | 0,206 | 0,206 | 0,110 | 0,089 | ± 0″,50 | 1 ,20 |
| | | | | | | $M^2 = \frac{[x^2]}{14} - \frac{18}{15} m^2$. | $M$. | |
| 0 ,000 | 1,17 | | 0,084 | | 0,009 | | | 1 ,24 |
| 0 ,000 | 0,11 | | 0,008 | | 0,006 | | | 0 ,51 |
| 0 ,000 | 0,02 | | 0,0015 | | 0,004 | | | 0 ,15 |
| 0 ,000 | 0,07 | | 0,005 | | 0,005 | | | 0 ,26 |
| 0 ,000 | 0,05 | | 0,002 | | 0,005 | | | 0 ,20 |
| 0 ,000 | 0,02 | | 0,0015 | | 0,001 | | | 0 ,15 |
| 0 ,000 | 0,02 | | 0,0015 | | 0,002 | | | 0 ,19 |
| | 0,206 | | 0,0148 | | 0,004 | 0,010 | ± 0″,10 | 0 ,55 |
| 0 ,000 | 0,02 | | 0,0015 | | 0,005 | | | 0 ,17 |
| 0 ,000 | 0,15 | | 0,009 | | 0,002 | | | 0 ,27 |
| 0 ,000 | 0,01 | | 0,001 | | 0,0014 | | | 0 ,10 |
| 0 ,000 | 0,02 | | 0,0015 | | 0,001 | | | 0 ,10 |
| 0 ,000 | 0,05 | | 0,004 | | 0,002 | | | 0 ,15 |
| 0 ,000 | 0,01 | | 0,001 | | 0,001 | | | 0 ,10 |
| 0 ,000 | 0,02 | | 0,0015 | | 0,002 | | | 0 ,09 |
| | 0,057 | | 0,0028 | | 0,002 | 0,0004 | ± 0″,02 | 0 ,14 |

## II. Zusammenstellung der Resultate der Tafel I.

| Instrument. | Kreis. | Durchmesser. | | Zahl der Intervalle in 1°. | Beobachter. | Gemessen wieviel | | C im Mittel. | [ε²]. | $m^2$. | $M^2$. | $M$. | Grösster Unterschied von 2 Intervallen desselben Grades im Mittel (†) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Zoll. | Cm. | | | Grad. | Mal. | | | | | | |
| P. M. I. | II | 8 | 21 | 12 | J. A. C. O. und v. M. | 2 | 4 | + 1″,40 | 9,94 | 0,275 | 0,705 | ± 0″,84 | 5″,07 |
| « II. | II | « | « | « | J. A. C. O. | 7 | 5 | + 0 ,70 | 1,66 | 0,065 | 0,100 | 0 ,52 | 1 ,14 |
| | V | « | « | « | « | « | « | 0 ,45 | 2,94 | 0,145 | 0,145 | 0 ,58 | 1 ,46 |
| « III. | II | « | « | « | Metzger. | 7 | 5 | — 5 ,76 | 16,45 | 1,054 | 0,542 | 0 ,74 | 5 ,41 |
| | V | « | « | « | « | « | « | 4 ,88 | 11,25 | 0,602 | 0,485 | 0 ,695 | 2 ,78 |
| « IV. | II | « | « | « | v. Isseln. | « | « | 1 ,94 | 1,00 | 0,068 | 0,027 | 0 ,16 | 0 ,80 |
| | | | | | Tennissen. | « | « | — 1 ,65 | 1,58 | 0,056 | 0,120 | 0 ,55 | 1 ,26 |
| | V | « | « | « | « | « | « | — 1 ,60 | 0,61 | 0,024 | 0,055 | 0 ,19 | 0 ,72 |
| « V. | II | « | « | « | Soeters. | 6 *) | « | 1 ,075 | 1,16 | 0,072 | 0,059 | 0 ,20 | 0 ,75 |
| | V | « | « | « | « | 7 | « | + 0 ,56 | 0,54 | 0,056 | -0,004 | 0 ,00? | 0 ,55 |
| Gross P. M. I. | II | 10 | 27 | « | Metzger. | « | 5 | 1 ,59 | 2,45 | 0,206 | 0,025 | 0 ,16 | 1 ,24 |
| | | | | | Verloop. | « | « | — 1 ,58 | 1,17 | 0,090 | 0,021 | 0 ,145 | 0 ,39 |
| | V | « | « | « | Soeters. | « | « | + 0 ,26 | 0,25 | 0,050 | -0,009 | 0 ,00? | 0 ,41 |
| Gross P. M. II. | II | « | « | « | Metzger. | 24 | « | — 1 ,55 | 5,09 | 0,227 | 0,067 | 0 ,26 | 1 ,55 |
| | V | « | « | « | « | 10 | « | + 1 ,15 | 2,06 | 0,110 | 0,089 | 0 ,50 | 1 ,20 |
| Repsold. | II | 12 | 31 | 15 | v. Isseln. | 7 | 5 | 0 ,00 | 0,21 | 0,004 | 0,009 | 0 ,095 | 0 ,55 |
| | V | « | « | « | « | « | « | 0 ,00 | 0,057 | 0,002 | 0,00048 | 0 ,022 | 0 ,14 |

*) Der erste Grad wurde wegen des bei 0° 0′ vorkommenden Sprunges ausgeschlossen. Für die sieben Pistor'schen Instrumente, wo jeder Grad in 12 Theile getheilt war, und ein Unterschied der geraden und ungeraden Theilungs-Intervalle vorhanden war, wurde $M^2$ durch die Formel (22), für das Repsold'sche Instrument, wo ein derartiger Unterschied nicht zu Tage trat, durch die Formel (28) berechnet.

(†) Inclusiv Messungsfehler.

Zu den vorigen Tafeln ist, so weit dies die Pistor'schen Kreise anbetrifft, noch eine Bemerkung zu machen. Ist nämlich die Ursache der Ungleichheit der geraden und ungeraden Theilungs-Intervalle diejenige, welche Herr Martins mir mittheilte, so muss für jeden Kreis die Unbekannte $C$ als eine Constante angesehen werden. Anstatt dass für einen Kreis, von welchem sieben Grade untersucht worden sind, sieben $A$, sieben $B$ und sieben $C$ gefunden werden, müssen also in dieser Voraussetzung zwar sieben $A$ und sieben $B$, aber nur ein $C$ gesucht werden. Man hat dann, wenn der Grad von 5' zu 5' getheilt ist, statt sieben Systeme von je 13 Gleichungen mit je 3 Unbekannten, ein System von 91 Gleichungen mit 15 Unbekannten. Offenbar bleiben die sieben Werthe von $A$ und die sieben Werthe von $B$ dieselben wie früher, und muss für $C$ das arithmetische Mittel der früher gefundenen Werthe angenommen werden. Die Summe der Fehlerquadrate wird aber nun vergrössert und ebenso auch der Theiler, welcher von $91 - 21 = 70$ zu $91 - 15 = 76$ erhöht wird.

Ebenso würde man auch nur einen Werth für $B$ annehmen können, wenigstens für alle Grade, welche mit demselben Mikroskop gemessen worden sind, ohne dass dieses inzwischen der Theilung genähert oder von derselben entfernt worden ist. Sind alle sieben Grade mit demselben Mikroskop untersucht worden, so wird der Theiler $= 91 - 9 = 82$.

Ueberhaupt ist der Theiler, wenn man $P$ verschiedene Werthe für $B$, und $Q$ verschiedene Werthe für $C$ annimmt, $N$ die Zahl der untersuchten Grade, und $n$ die Zahl der Intervalle in jedem Grade bezeichnet, $= Nn - P - Q$.

Die Summe der Fehlerquadrate wird natürlich durch diese Aenderungen in der Berechnungsweise vergrössert und zwar, wenn $\Delta\ C$ resp. $\Delta\ B$ die Differenzen zwischen den arithmetischen Mitteln von $C$, resp. $B$ und den einzelnen Werthen dieser Grössen bezeichnet, um

$$\tfrac{1}{12}\, n\, (n+1)\, (n+2)\, [\Delta\ B^2] + \frac{n\,(n+2)}{16\,(n+1)}\, [\Delta\ C^2],$$

während der Coefficient des Quadrats des Beobachtungfehlers, welcher oben (Formel 35) $= \frac{n+4}{15}$ gefunden war,

$$= \tfrac{1}{6}\, N n\, (n+2) - \tfrac{1}{10}\, P\, (n^2 + 2n + 2) - \tfrac{1}{3}\, Q$$

genommen werden muss, so dass die vollständigen Formeln heissen würden:

$$\big[[z'^2]\big] = \big[[z^2]\big] + \tfrac{1}{12}\, n\, (n+1)\, (n+2)\, [\Delta\ B^2] + \frac{n\,(n+2)}{16\,(n+1)}\, [\Delta\ C^2] \quad . \quad . \quad . \quad (38)$$

$$(Nn - P - Q)\, M^2 = \big[[z'^2]\big] - \{\tfrac{1}{6}\, Nn\, (n+2) - \tfrac{1}{10}\, P\, (n^2 + 2\, n + 2) - \tfrac{1}{3}\, Q\}\, m^2 \quad . \ . \ . \quad (39)$$

wo also $z'$ der neue Werth von $z$ bedeutet.

Setzt man $P = Q = N$, so werden $\Delta\ B$ und $\Delta\ C = 0$ und man hat

$$(Nn - 2\ N)\, M^2 = \big[[z^2]\big] - \tfrac{N}{15}\, (n_2 + 2\, n - 8)\, m^2 = \big[[z^2]\big] - \tfrac{N}{15}\, (n - 2)\, (n + 4)\, m^2,$$

also

$$M^2 = \frac{\big[[z^2]\big]}{N\,(n-2)} - \frac{n+4}{15}\, m^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (40)$$

Betrachtet man aber nur einen Grad, so fallen die äusseren Klammern des Zählers weg, $N$ wird $= 1$, und die Formel wird der Gleichung (35) gleich.

Setzt man $P = N$ und $Q = 1$, so hat man den oben erwähnten Fall, dass man zwar für jeden Grad einen eigenen Werth von $B$, für alle abgemessenen Grade aber nur einen Werth von $C$ annimmt. Dann werden nur die $\Delta\, B = 0$, die Formeln (38) und (39) werden also:

$$\left[\left[z'^2\right]\right] = \left[\left[z^2\right]\right] + \frac{n\,(n+2)}{16\,(n+1)}\,[\Delta\, C^2],$$

$$\{N\,(n-1) - 1\}\; M^2 = \left[\left[z'^2\right]\right] - \left\{\tfrac{1}{15}\, N\,(n+3)\,(n-1) - \tfrac{1}{3}\right\}\, m^2,$$

$$M^2 = \frac{\left[\left[z'^2\right]\right]}{N\,(n-1) - 1} - \left\{\frac{n+3}{15} + \frac{n-2}{15\,\{N\,(n-1) - 1\}}\right\}\, m^2 \quad . \quad . \quad . \quad (41)$$

welche Gleichung, sobald man $N = 1$ setzt, selbstverständlich auch in (35) übergeht.

Setzt man weiter $P = Q = 1$, so gilt die Formel für den Fall, dass man nur einen Werth von $B$, und nur einen Werth von $C$ annimmt, er wird dann:

$$(N\,n - 2)\; M^2 = \left[\left[z'^2\right]\right] - \left\{\tfrac{1}{6}\, N\,n\,(n+2) - \tfrac{1}{10}\,(n^2 + 2\,n + 2) - \tfrac{1}{3}\right\}\, m^2,$$

also

$$M^2 = \frac{\left[\left[z'^2\right]\right]}{N\,n - 2} - \left\{\frac{n+2}{6} - \frac{(3\,n+2)\,(n-2)}{30\,(N\,n - 2)}\right\}\, m^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (42)$$

Setzt man endlich $P = N$ und $Q = 0$, so hat man den zuerst von uns betrachteten Fall, dass auf $C$ keine Rücksicht genommen, also kein systematischer Unterschied zwischen geraden und ungeraden Theilungs-Intervallen angenommen wird. Er wird in diesem Falle die Gleichung (39):

$$(N\,n - N)\; M^2 = \left[\left[z^2\right]\right] - \frac{N}{15}\,(n^2 + 2\,n - 3)\, m^2,$$

also

$$M^2 = \frac{\left[\left[z^2\right]\right]}{N\,(n-1)} - \frac{n+3}{15}\, m^2,$$

analog der Gleichung (31).

Nach reiflicher Ueberlegung war ich der Meinung, dass es zwar als zulässig zu erachten ist, für einen ganzen Kreis nur *einen* Werth für $C$ anzunehmen, dass es aber besser ist, jedem Grade seinen eigenen Werth von $B$ zuzuerkennen. Einerseits hat die Untersuchung den Zweck, die Regelmässigkeit der Theilung längs kleiner Bögen zu erforschen, und die verschiedene Grösse der Grade bleibt dabei ausser Betracht. Anderseits aber wird eine kleine Aenderung der Entfernung des Randes zum Objectiv des Mikroskopes eine relativ grosse Aenderung im Werth des gemessenen Grades, also der Grösse $B$ zur Folge haben.

Für die Pistor'schen Instrumente ist nun $n = 12$, also

$$\left[\left[z'^2\right]\right] = \left[\left[z^2\right]\right] + \tfrac{21}{26}\,[\Delta\, C^2] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (43)$$

$$(11\, N - 1)\; M^2 = \left[\left[z'^2\right]\right] - (11\, N - \tfrac{1}{3})\, m^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (44)$$

also

$$\left.\begin{array}{llll} \text{für } N = 2: & 21\,M^2 = \left[\left[z'^2\right]\right] & - & 21\tfrac{2}{3}\ m^2, \\ \text{„ } N = 7: & 76\,M^2 = \text{„} & - & 76\tfrac{2}{3}\ m^2, \\ \text{„ } N = 10: & 109\,M^2 = \text{„} & - & 109\tfrac{2}{3}\ m^2, \\ \text{„ } N = 24: & 265\,M^2 = \text{„} & - & 265\tfrac{2}{3}\ m^2; \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (45)$$

woraus wieder:

$$\left.\begin{array}{llll} \text{für } N = 2: & M^2 = \tfrac{1}{21}\left[\left[z'^2\right]\right] & - & 1\tfrac{2}{63}\ m^2, \\ \text{„ } N = 7: & M^2 = \tfrac{1}{76}\left[\left[z'^2\right]\right] & - & 1\tfrac{1}{114}\ m^2, \\ \text{„ } N = 10: & M^2 = \tfrac{1}{109}\left[\left[z'^2\right]\right] & - & 1\tfrac{2}{327}\ m^2, \\ \text{„ } N = 24: & M^2 = \tfrac{1}{263}\left[\left[z'^2\right]\right] & - & 1\tfrac{2}{789}\ m^2. \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (46)$$

Wie vorauszusehen, waren die Werthe von $M$, welche mittels dieser Formeln erhalten wurden, wenig abweichend von den vorigen, und beide wenig von der ursprünglich nach der in Java schon befolgten Methode erhaltenen verschieden. Für die letzten wurde der Fall, dass für alle Grade nur ein Werth von $C$ angenommen wurde, hier beiberechnet.

In der folgenden Tafel III werden wir alle Resultate vereinigen, welche sowohl nach der alten, als nach der neuen Rechnungsmethode, d. h. also nach den Formeln (1), (2), (31), (35) und (41) gefunden wurden.

III. Vergleichung der nach den zwei Methoden erhaltenen Resultate.

| Instrument und Kreis. | Beob-achter. | $C$. Grösse der ungeraden — Gr. der geraden Theilungs-Intervalle. | | $M$. Mittlerer Fehler eines Theilstrichs. | | | | Bemerkungen. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Alte Rechnung. | | Neue Rechnung. | | |
| | | Alte Rechnung. | Neue Rechnung. | Jeder Grad hat sein eigenes $C$. | Sämmtliche Grade haben nur ein $C$. | Jeder Grad hat sein eigenes $C$. | Sämmtliche Grade haben nur ein $C$. | |
| P. M. I, II. | J. A. C. O. und v. M. | + 1',25 | + 1',40 | ± 0',74 | ± 0',75 | ± 0',84 | ± 0',79 | |
| P. M. II, II. | J. A. C. O. | + 0 ,64 | + 0 ,70 | 0 ,28 | 0 ,57 | 0 ,52 | 0 ,55 | |
| « «, V. | « | — 0 ,47 | — 0 ,45 | 0 ,25 | 0 ,27 | 0 ,58 | 0 ,57 | |
| « III, II. | Metzger. | — 5 ,56 | — 5 ,76 | 0 ,75 | 0 ,795 | 0 ,74 | 0 ,75 | |
| « «, V. | « | — 4 ,90 | — 4 ,88 | 0 ,65 | 0 ,76 | 0 ,695 | 0 ,72 | |
| « IV, II. | v. Isselm. | — 1 ,97 | — 1 ,94 | 0 ,18 | 0 ,25 | 0 ,16 | 0 ,20 | |
| | Tennissen. | — 1 ,60 | — 1 ,65 | 0 ,55 | 0 ,55 | 0 ,55 | 0 ,55 | |
| « «, V. | « | — 1 ,56 | — 1 ,60 | 0 ,17 | 0 ,21 | 0 ,19 | 0 ,19 | |
| « V, II. | Soeters. | — 1 ,00 | — 1 ,075 | 0, 18 | 0 ,22 | 0 ,20 | 0 ,21 | Der erste Grad ausgeschlossen. |
| « «, V. | « | + 0 ,56 | + 0 ,56 | 0 ,04 | 0 ,09 | 0 ,02 | 0 ,05 | Für Bestimmung von $m$ ist der erste Grad ausgeschlossen, sonst würde $M^2$ negativ gefunden werden. |
| Gr. P. M. I, II. | Metzger. | — 1 ,41 | — 1 ,39 | 0 ,17 | 0 ,21 | 0 ,16 | 0 ,16 | |
| | Verloop. | — 1 ,58 | — 1 ,58 | 0 ,17 | 0 ,215 | 0 ,145 | 0 ,18 | |
| « « «, V. | Soeters. | + 0 ,27 | + 0 ,26 | 0 ,00 | 0 ,05 | 0 ,00? | 0 ,00? | |
| « « II, II. | Metzger. | — 1 ,50 | — 1 ,55 | 0 ,205 | 0 ,25 | 0 ,26 | 0 ,28 | |
| « « «, V. | « | + 1 ,21 | + 1 ,15 | 0 ,19 | 0 ,21 | 0 ,50 | 0 ,52 | |
| Repsold II. | v. Isselm. | 0 ,00 | 0 ,00 | ± 0',040 | | ± 0',10 | | |
| « , V. | « | 0 ,00 | 0 ,00 | 0 ,00 | | 0 ,02 | | |

Wie aus diesen Tafeln erhellt, sind bei zwei Kreisen, nämlich den horizontalen von P. M. IV und Gross P. M. I, die Messungen von zwei Personen verrichtet worden, bei jenem von den Herren von Isselmuden und Temissen, bei diesem von den Herren Metzger und Verloop, Amanuensis der Utrechter Sternwarte.

Die Messung des Herrn Verloop wurde dadurch veranlasst, dass ich, als, etwa im Jahre 1881,

Gross P. M. I, behufs Reparatur zu Utrecht war, in der Meinung, von diesem Instrumente lägen keine Messungen vor, ihn beauftragte, von dem horizontalen Kreise des Instruments sieben Grade auszumessen. Später ergab es sich aber, dass von diesem Kreise ein vollständiger Satz von Messungen von Herrn Metzger vorhanden war; die beiden letzten Grade coincidirten aber nur zur Hälfte mit den von Herrn Verloop abgemessenen.

Ich habe versucht, die Messungsresultate, einerseits der Herren van Isselmuden und Tennissen, anderseits der Herren Metzger und Verloop, zu einem System zu vereinigen; dies hat aber zu keinem befriedigenden Resultate geführt, und diese Vereinigung habe ich daher in der Tafel weggelassen. Es lag nämlich vor der Hand, bei dieser Vereinigung den mittleren Fehler des arithm. Mittels zwischen den von den beiden Beobachtern erhaltenen Mittelwerthen desselben Theilungs-Intervalls aus den sämmtlichen Differenzen dieser Mittelwerthe abzuleiten; indem dabei die $m^2$ aus der 11 ten Columne benutzt wurden; dann wurde aber das $m^2$ der ar. Mittels so gross, dass in der 12ten Columne für $M^2$ ein negativer Rest übrigblieb.

Es ist nämlich gefunden:

Aus Herrn Van Isselmuden's Untersuchung des horizontalen Randes von P. M. IV: $m^2 = 0{,}069$
Aus Herrn Tennissen's Untersuchung: . . . . . . . . . . . . . . . . $0{,}036$

Hieraus würde für den Unterschied v. I. — T. folgen: . . . . . $0{,}105$

während die unmittelbare Vergleichung der beiderseitigen Resultate gab 0,430, also viermal grösser. Der (m. F.)² des ar. Mittels wird dann $= \frac{1}{4} \times 0{,}430 = 0{,}1075$. Nun war $[z^2]$, im Mittel aus den sechs von beiden Beobachtern untersuchten Graden, $= 0{,}64$, also

$$M^2 = \tfrac{1}{10}\,[z^2] - \tfrac{16}{16}\,m^2 = 0{,}064 - 0{,}105 = -0{,}041.$$

Die Untersuchung, von Herrn Metzger, des horizontalen Kreises von Gross P. M. I hatte ergeben . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . $m^2 = 0{,}206$
jene von Herrn Verloop . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . $0{,}090$

Also würde für den Unterschied M.—V. folgen: . . . . . . . . . . . $m^2 = 0{,}296$

während die unmittelbare Vergleichung der beiderseitigen Resultate ergab 0,450, und für das ar. Mittel $\frac{1}{4} \times 0{,}450 = 0{,}1125$.

Hier war $[z^2]$, im Mittel, aus fünf von beiden Beobachtern untersuchten Graden, $= 0{,}72$; also

$$M^2 = \tfrac{1}{10}\,[z^2] - \tfrac{16}{16}\,m^2 = 0{,}072 - 0{,}120 = -0{,}048.$$

In diesen beiden Beispielen findet man also einen negativen Werth für $M^2$. Um dieses Parodoxon zu erklären, muss man erstens in Betracht ziehen, dass die für $[z^2]$ und $m^2$ gefundenen Zahlen auch ihren möglichen Fehler haben, dass also erstgenannte etwas zu klein, letztgenannte etwas zu gross sein kann. Zweitens kann die Frage gestellt werden, ob die Striche bei den beiden Ausmessungen desselben Grades ganz und gar dieselben geblieben sind; unsymmetrisches Abnutzen durch Putzen kann in der Zwischenzeit ihr Aeussere etwas geändert haben, während überdies jeder Beobachter seine eigene Auffassung für jeden Strich hat. Sonst ist es wohl empfehlenswerth, wie Prof. Schols es in Delft veranlasst hat, den Werth des $m^2$ aus zwei kurz nach einander ausgeführten Messungsreihen abzuleiten. Man vergleicht dann die Mittelwerthe der für jedes Intervall in beiden Messungsreihen gefundenen Grössen mit einander, und wenn nun, wie es in Java Vorschrift war, sieben Grade gemessen wurden, und jeder Grad 12 Theilungs-Intervalle hat, so sind 84 Paare Unterschiede mit einander zu vergleichen, eine hinreichende Zahl, um einen genügend genauen Werth für $m^2$ zu erhalten.

Ich füge noch die Bemerkung hinzu, dass es einerlei ist ob, statt eines einzigen, zwei verschiedene Beobachter die beiden Messungsreihen ausführen. Haben nämlich diese beide Beobachter die mittleren Fehler $m$ und $m'$, so geben die sämmtlichen Unterschiede der beiderseitigen Bestimmungen $m^2 + m'^2$, und verbindet man beide Reihen Bestimmungen, so muss man von $\frac{1}{n-2}[z^2]$ abziehen $\frac{n+4}{15} \cdot \frac{m^2 + m'^2}{4}$, was also bekannt ist.

Untersuchen wir nun, was die Tafeln in Bezug auf die Regelmässigkeit der Theilungen der benutzten Instrumente lehren, so leiten wir aus derselben ab, dass die Theilungen der Firma Pistor und Martins in den fünfziger und sechziger Jahren dieses Jahrhunderts Fortschritte gemacht haben. Nehmen wir die ar. Mittel aus den für den horizontalen und den vertikalen Kreis gefundenen Werth von $M$, so finden wir für

| | | | | | | | In Mikrons. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 zöllige Kreise. | | P. M. I | geliefert | 1850 | 0",84 | | 0μ,43 | |
| | | P. M III | « | 1854 | 0 ,72 | 0",84 | 0 ,57 | 0μ,28 |
| | | P. M. II | « | 1858 | 0 ,55 | | 0 ,18 | |
| | | P. M. IV | « | 1865 | 0 ,22 | 0",16 | 0 ,41 | 0 ,08 |
| | | P. M. V | « | « | 0 ,10 | | 0 ,05 | |
| 10 z. Kreise. | Gross | P. M. I | « | 1867 | 0 ,075 | 0",18 | 0 ,05 | 0 ,125 |
| | Gross | P. M. II | « | « | 0 ,28 | | 0 ,20 | |

während für Repsold, (12 z. Kreis) gefunden wurde:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Repsold | 1864 | 0",06 | 0μ,045. |

Man muss wirklich über diese Schärfe erstaunt sein. In den kleinen Zahlen der letzten Columne sind doch sowohl das Einstellen des Mikroskops der Theilmaschine, als der mittlere Fehler des zu copirenden Theilstriches und der Spielraum des Reisswerkzeugs begriffen. Ich muss gestehen, dass ich die Untersuchung der Repsoldschen Kreise von Herrn van Isselmuden wegen der hohen Genauigkeit nicht allein der Resultate, (über welche ich schon im J. 1873, Astr. Nachr. Bd. LXXXI, p. 280, meine Verwunderung ausgedrückt habe,) sondern auch der Messungen selbst, etwas misstraute; doch hat dieser, ganz ausführlich und genau, bei der Einlieferung seiner Untersuchung noch beschrieben, wie er die Messung der Intervalle gemacht hatte; er brachte nämlich von einem Fadenpaar des Mikrometers den linken Faden links und den rechten Faden rechts an die beiden Striche zur Berührung. Die Abweichungen der fünf Messungen jedes Intervalles mit den arithmetischen Mitteln folgten aber, wie eine speciell angestellte Untersuchung lehrte, in hinreichender Weise dem Gaussischen Fehlergesetz. Um überdies allen Zweifel zu heben, habe ich Herrn Verloop, Amanuensis der Utrechter Sternwarte, ersucht, vom horizontalen Kreise des daselbst befindlichen Repsold'schen Universal-Instruments auch zwei Sätze von Messungen der Theilungs-Intervalle an sieben Graden der Circumferenz auszuführen, dem einen Satz, indem die Striche in die Mitte zwischen den Ablesefäden gebracht wurden; den zweiten, indem er dagegen, wie Herr von Isselmuden that, die Ablesefäden an beiden Seiten mit den Strichen in Berührung brachte. Das Resultat dieser Messung war $M = \pm 0'',05$, also noch etwas kleiner als Herr van Isselmuden für das Java'sche Instrument gefunden hatte. Die horizontalen Messungen, welche auf Java mit dem Repsoldschen Instrumente ausgeführt wurden, zeichneten sich auch, wie dies weiter noch mehr erhellen wird, durch ihre Genauigkeit aus; die Beobachter hatten die Ueberzeugung, die Unterschiede in den Resultaten der Winkelmessungen bei verschiedenen Kreislagen seien, ihrer Meinung nach, in der Hauptsache der Unsicherheit der Einstellung der Fernrohrs zuzuschreiben.

## UEBER DIE PERIODISCHEN FEHLER DER KREISTHEILUNGEN UND DER MIKROMETERSCHRAUBEN.

Obgleich das Programm der primären Winkelmessungen dergestalt eingerichtet war, dass die periodischen Fehler der Kreise und der Mikrometerschrauben eliminirt wurden, so sind beide, sowohl auf Java, als bei der Neuberechnung in Utrecht, nicht ausser Acht gelassen worden.

Was die Kreise betrifft, so sind die beiden ersten, von der Firma Pistor und Martins gelieferten Universal-Instrumente, in dieser Hinsicht nicht auf Java geprüft worden, dieselben haben aber bei der Untersuchung in den Niederlanden keine Zeichen von groben periodischen Fehlern geliefert.

Einige Winkelmessungen, die von mir im August 1850, also vor der Abreise des Herrn S. H. de Lange, auf der alten Leidener Sternwarte zwischen dem Thurme des Seminariums zu Warmond und den Kirchthürmen zu Rijnsburg, Zoeterwoude und de Kaag, in sechs verschiedenen Kreislagen ausgeführt wurden, gaben nämlich für die Correction des Randes:

$$+\ 1'',15\ \mathrm{Sin}\ (2\,u\ +\ 243°).$$

Da dafür gesorgt wurde, dass die Trommelablesungen bei den verschiedenen Kreislagen nahezu identisch waren, so bezieht sich diese Formel, in welcher der Coefficient allerdings ein geringes Gewicht hat, einfach auf die Theilung.

P. M. II wurde im J. 1892, zur Reparatur, nach Niederland zurückgeschickt, und so hatte ich die Gelegenheit den Kreis in Bezug auf die Fehler der Theilung zu untersuchen. Im Meridiansaale der Sternwarte zu Utrecht boten nämlich die Pfeiler der verschiedenen Instrumente die Gelegenheit einen Winkel von 120° 10' zwischen Collimatoren zu messen. Dieser Winkel wurde jedesmal nach der bekannten Vorschrift, zweimal gemessen, indem erst auf den linken Collimator, dann auf den rechten, dann, indem der Obertheil im entgegengesetzten Sinne gedreht wurde, nochmals auf den rechten, und endlich zum zweiten Mal auf den linken Collimator visirt, und jedesmal die Mikroskope eingestellt und abgelesen wurden. Der Anfangspunkt wurde ferner jedesmal um 30° versetzt, und die ganze Reihe in entgegengesetzter Ordnung der Anfangspunkte wiederholt, und so waren die für die Abweichungen der sechs Kreislagen vom allgemeinen Mittel:

$$+\ 1'',08,\ -\ 0'',23,\ +\ 0'',74,\ +\ 0'',81,\ -\ 1'',65,\ -\ 0'',75,$$

was meines Erachtens völlig befriedigend ist.

Ich muss hier bemerken, dass die Mikroskope erneuert und mit stärkeren Vergrösserungen versehen worden waren. *

Die später empfangenen Instrumente hatten aber weniger genaue Theilungen. Für den horizon-

---

* Ueberhaupt sind sowohl Prof. Schols, wie ich, der Ansicht, dass die Bequemlichkeit des Gebrauches der Instrumente, sowie auch die Genauigkeit der Resultate, durch stärkere Vergrösserungen der Mikroskope (40 bis 50 Mal) bedeutend gefördert wird. Schreibt man einmal Zehntelsekunden nieder, so soll man dieselben auch beim Ablesen bequem schätzen können.

Auch ist bei den achtzölligen Instrumenten vorzuziehen, dass eine Revolution der Mikrometerschrauben, ebenso wie bei den zehnzölligen, nicht 5', sondern 2' entspricht, und dass die Trommeln in einzelne Secunden getheilt sind.

talen Kreis von P. M. III hat eine von den Herren Metzger und Woldringh zu Tjikema dreissigmal wiederholte Messung des Winkels Hambalang—Golis (46° 22′ 44″) in zwölf um 15° von einander verschiedenen Kreislagen, jedoch immer mit nahezu denselben Ablesungen der Trommeln, die Formel geliefert:

$$2'',57 \text{ Sin } (2n + 357°,8) + 1'',00 \text{ Sin } (4n + 298°,4) + 0'',59 \text{ Sin } (6n + 270°),$$

welche ein Maximum = 3″,48 und ein Minimum = − 3″,01 hat.

Für den horizontalen Kreis von P. M. IV wurde in Utrecht aus einer Menge auf Java ausgeführter Winkelmessungen die Formel

$$2'',22 \text{ Sin } (2n + 257°,1)$$

abgeleitet, welche auch bei den wenigen, mit diesem Instrument angestellten primären Messungen angewandt worden ist.

Um den horizontalen Kreis von P. M. V zu prüfen, hat Herr Soeters im Juni 1871, auf meine Bitte, auf der Station Sapikoel, in der Residentschaft Bezoeki, einen Probewinkel Djengawa—Karang Kedawon = 52° 44′,5 in 12 um 15° verschiedenen Kreislagen gemessen; die Resultate zeigen einen starken Gang, und liefern die Correctionsformel

$$3'',55 \text{ Sin } (2n + 220°,9) + 1'',545 \text{ Sin } (4n + 58°,9)$$

Schön ist dies zwar nicht; werden jedoch die 12 Resultate in vier Gruppen getheilt, so dass in jeder Gruppe drei Messungen aufgenommen werden, bei denen die Nullpunkte um 120° verschieden sind, wo also, der zwei Mikroskope wegen, eigentlich sechs symmetrisch angeordnete Messungen vereinigt werden, so stimmen die arithmetischen Mittel dieser Gruppen so gut überein, wies dies von einem 8 zölligen Instrumente nur erwartet werden kann:

52° 44′ 26″,9; 27″,6; 27″,1; 29″,6; im Mittel 27″,8.

Für die 10 und 12 zölligen Instrumente sind erst in Utrecht definitive Formeln aus den auf Java angestellten horizontalen Messungen abgeleitet worden. Vor der Reduction der primären Messungen war dies bereits für Gross P. M. II geschehen, weil die Absicht war, an den Ablesungen die Correctionen für periodische Ungleichheit anzubringen, damit später ein genauerer Werth für den m. Fehler jeder Richtung sammt Ablesung abgeleitet werden könne.

Diese Formel war:

$$1'',00 \text{ Sin } (2n + 177°,6) + 0'',15 \text{ Sin } (4n + 149°) + 0'',22 \text{ Sin } (6n + 204°).$$

Bei den Winkelmessungen, welche mit Gross P. M. I und mit Repsold ausgeführt wurden, gaben die verschiedenen Kreislagen so wenig von einander abweichende Resultate, dass es nicht erforderlich erschien, bei der Reduction eine Correction für periodische Theilungsfehler anzubringen.

Nachträglich aber, nachdem die ganze Neuberechnung der Triangulation beendet war, sind jene Winkelmessungen behufs Ableitung einer Formel vorgenommen worden. Von jedem Instrumente wurden zehn Gruppen von Rundmessungen bei sechs um 30° von einander abliegenden Kreislagen untersucht, wobei die Anfangspunkte aber durchaus verschieden genommen wurden, damit kein specieller Theilungsfehler einen erheblichen Einfluss auf das Resultat haben könnte. So fand sich

für Gross P. M. I: $+ 0'',25 \text{ Sin } (2u + 170^\circ) + 0'',15 \text{ Sin } (4u + 182^\circ)$.
« Repsold: $+ 0,57 \text{ Sin } (2u + 251^\circ) + 0,15 \text{ Sin } (4u + 197^\circ)$.

Stellen wir nun die Amplituden der einzelnen Glieder zusammen, so erhalten wir die folgende Uebersicht:

| | A | A' | A'' | Länge von 1'' |
|---|---|---|---|---|
| P. M. I | 1'',50 | . . . | . . . | 0μ,51 |
| « II | « | . . . | . . . | 0 ,51 |
| « III | 2'',57 * | 1'',00 | 0'',59 | 0 ,51 |
| « IV | 2 ,22 * | . . . | . . . | 0 ,51 |
| « V | 3 ,55 * | 1 ,545 | . . . | 0 ,51 |
| Gross P. M. I | 0 ,25 | 0 ,15 | . . . | 0 ,65 |
| « « II | 1 ,00 | 0 ,15 | 0 ,22 | 0 ,65 |
| Repsold | 0 ,57 | 0 ,15 | . . . | 0 ,75 |

Betrachtet man die bei den drei letzten Instrumenten erhaltenen Resultate, so wie auch die in der Tabelle III mitgetheilten, so muss man gestehen, dass dieselben einerseits einen Fortschritt in der Genauigkeit der Instrumente bezeichnen, anderseits auch ein nicht ungünstiges Zeugniss für die jetzige Höhe der Kunst, einen Kreis zu theilen, abgeben.

Wir schreiten nun zu den Untersuchungen der Mikrometerschrauben. Da immer nur die zwei Striche, zwischen welchen der Nullpunkt des Mikrometers lag, eingestellt wurden, so war es überflüssig die stetige Ab- oder Zunahme des Werthes jeder Revolution zu prüfen, und nur die periodischen Fehler der Schrauben wurden dann und wann untersucht.

Bei den achtzölligen Instrumenten war diese Untersuchung schwieriger, sowohl der schwächeren Vergrösserung der Mikroskope, als auch der gröberen Theilung der Trommeln wegen, doch waren die Differenzen der gemessenen Fadendistanzen mit ihrem arithmetischen Mittel, sobald die Messung hinreichend oft wiederholt war, relativ so geringe, und boten dieselben eine solche Abwechslung der Vorzeichen dar, dass der Schluss vor der Hand lag, die Schraube sei gut, und die Nothwendigkeit, eine Correctionstafel anzuwenden, läge nicht vor.

Bei dem achtzölligen Instrumente P. M. V ist es, nachdem dasselbe $2\frac{1}{2}$ Jahr benutzt worden war, vorgekommen, dass sich in der Mikrometerschraube eines der Mikroskope des horizontalen Kreises ein starker periodischer Fehler zeigte. Die Verbindung von Java mit Sumatra war mit diesem Instrumente, nach dem Programm der primären Messungen, hergestellt worden; die Ablesungen sind aber, nachdem der Mangel entdeckt worden war, dieser periodischen Fehler wegen corrigirt worden, was jedoch, in Folge der symmetrischen Anordnung der Messungen, nur sehr kleine Differenzen in den endlichen Richtungen verursachte.

Bekanntlich können derartige periodische Fehler, obwohl dieselben gewöhnlich der Schraube zuge-

* Dass die Theilungen dieser Instrumente nicht besonders genau waren, war uns in Indien auch schon bekannt, und es schien ein Räthsel, wie eine Firma, welche einen so guten Namen hatte, wie Pistor und Martins, und für verschiedene Sternwarten Meridiankreise verfertigt hatte, so mangelhafte Theilungen liefern konnte. Dieses Räthsel wurde mir aber zu Batavia von einem Mechaniker gelöst, der früher bei der genannten Firma gearbeitet hatte. Es bestanden nämlich in der Werkstätte zwei Theilmaschinen, eine kleinere, nicht sehr genaue, aus früheren Tagen, und eine grössere, von welcher die Theilung mit grosser Sorgfalt verbessert worden war und mittels welcher die Meridiankreise getheilt wurden. War diese Maschine disponibel, so wurden auch Kreise für Theodolite und Universal-Instrumente auf derselben getheilt, und die Theilungen waren ausgezeichnet. War sie nicht disponibel, so musste die alte Maschine Dienste leisten, und die erhaltenen Theilungen liessen zu wünschen übrig.

schrieben werden, auch durch einen Fehler der Brust oder Stutzfläche verursacht werden, mit welcher die Schraube gegen das Mikrometergehäuse drückt. Auch in diesem Falle ergab es sich, dass durch unvorsichtige Behandlung diese Brust beschädigt worden war.

Von den periodischen Fehlern der Mikrometerschrauben der zehnzölligen Universal-Instrumente sind selbstverständlich auch mehrere Untersuchungen zu verschiedenen Zeiten angestellt worden.

Da bei diesen Instrumenten ein Theilungs-Intervall $= 2\frac{1}{2}$ Revolution der Mikrometerschraube war, so wurde bei den Einstellungen auf zwei neben einander liegende Theilstriche das Hauptglied der periodischen Ungleichheit eliminirt; dagegen warf bei denselben die oben, S. 12 bis 32 besprochene Abmessung der Theilungs-Intervalle ein reichliches Material zur Bestimmung der Coefficienten $a$ und $b$, eben dieses Hauptgliedes, ab. Diese Abmessungen waren ausgeführt worden, indem mit 0′ 0″, 0′ 40″ und 1′ 20″ angefangen wurde. Beim zweiten Striche, auf welchen das zweite Fadenpaar eingestellt wurde, war dann die Ablesung 1′ 0″, 1′ 40″ und 0′ 20″. Gesetzt das Hauptglied der Correction sei, für eine Ablesung Q, $= a \cos Q + b \sin Q$, so war die Correction für das gemessene Intervall:

für die erste Messung $-2a$,
„ „ zweite „ $+ a - b\sqrt{3}$,
„ „ dritte „ $+ a + b\sqrt{3}$.

Nennt man also $p$ und $q$ die Uebermaasse des zweiten, resp. des dritten, für das Intervall gefundenen Werthes über dem ersten, so hat man

$$p = -3a + b\sqrt{3},$$
$$q = -3a - b\sqrt{3},$$

also

$$a = -\tfrac{1}{6}(p+q),$$
$$b = +\tfrac{1}{6}(p-q)\sqrt{3} = 0{,}29\,(p-q),$$

und die Amplitude

$$= \pm\sqrt{(a^2+b^2)}.$$

Obgleich die Correctionen, wie erwähnt, nur ausnahmsweise in Anwendung gekommen sind, so werden wir hier doch die Formeln anführen, welche die Untersuchungen geliefert haben. Die Buchstaben Th. bedeuten: aus den Abmessungen der Theilungs-Intervalle.

Gross P. M. 1, Hor. Kreis.

| | Mikroskop *A*. | Mikroskop *B*. |
|---|---|---|
| Metzger, 1868: | Th.: 0″,57 Sin (187° + Q), . . . | 0″,06 Sin (27° + Q), |
| Flory, 1870: | Die Schraube tadellos, . . . . | 0″,92 Sin (289° + Q) + 0″,41 Sin (159° + 2 Q), |
| Utrecht, 1886: | 0″,21 Sin (78° + Q). | Nach der Reparatur: |
| | | Flory, Januar 1871: 0″,22 Sin (175° + Q) + 0″,58 Sin (98° + 2 Q), |
| | | Utrecht 1886: 0″,06 Sin (305° + Q). |

Gross P. M. I, Vert. Kreis.

| | Mikroskop I. | | Mikroskop II. |
|---|---|---|---|
| Soeters, 1868 (?) Th.: | Die Schraube tadellos, | . . . . | 0″,05 Sin (24° + Q), |
| Soeters, Oct. 1872: | 0″,13 Sin (299° + Q), | . . . . | 0″,13 Sin (27° + Q), |
| J. A. Oudemans, 1878: | 0″,24 Sin (297° + Q), | . . . . | 0″,04 Sin (77 + Q), |
| Utrecht 1886: | 0″,34 Sin (281° + Q). | . . . . | 0″,70 Sin (343 + Q). |

Gross P. M. II, Hor. Kreis.

| | Mikroskop *A*. | | Mikroskop *B*. |
|---|---|---|---|
| Metzger, 1868, Th.: | 0″,33 Sin (147° + Q), | . . . . | 0″,11 Sin (119° + Q), |
| „ Nov. Dec. 1870: | 0″,103 Sin (288° + Q), | . . . . | 0″,28 Sin (323° + Q), |
| „ Oct. 1871: | 0″,24 Sin (22° + Q), | . . . . | 0″,08 Sin (274° + Q), |
| „ Mai 1873: | 0″,21 Sin (277° + Q), | . . . . | Die Schraube tadellos, |
| Utrecht, Juni 1892: | 0″,37 Sin (48° + Q), | . . . . | 0″,063 Sin (9° + Q). |

Gross P. M. II, Vert. Kreis.

| | Mikroskop I. | | Mikroskop II. |
|---|---|---|---|
| Metzger, 1869, Th.: | 0″,08 Sin (242°,5 + Q), | . . . . | 0″,21 Sin (313°,5 + Q), |
| „ Nov. Dec. 1870: | 0″,26 Sin (118° + Q), | . . . . | 0″,13 Sin (329° + Q), |
| „ Oct. 1871: | 0″,32 Sin (208° + Q), | . . . . | 0″,90 Sin (20° + Q), |
| „ Mai 1872: | 0″,123 Sin (183° + Q), | | Nach Reparation: |
| „ Oct. 1871: | . . . . . . . . . . . . . . . . . . | . . . . | 0″,07 Sin (99° + Q), |
| „ Mai 1893: | 0″,10 Sin (162° + 2 Q). | . . , . | 0″,04 Sin (123° + Q). |

Die Coefficienten der ersten Glieder dieser Formeln besitzen bei Herrn Metzger im Mittel einen m. Fehler = ± 0″,083, bei den anderen Beobachtern, etwas weniger, etwa ± 0″,05 oder 0″,06. Obgleich nun verschiedene Coefficienten grösser als diese Zahlen sind, so ist doch im Ganzen diese Untersuchung, für die Periode 1860—70, ziemlich günstig für die Schrauben ausgefallen. Soweit nicht Anlass vorhanden war, Beschädigung zu vermuthen, war der Coefficient nämlich überall kleiner als 0″,4, weshalb es nicht der Mühe werth erachtet wurde, die Correction anzuwenden.

Die Schwankungen der in den Klammern bei Q gefügten Winkel können einerseits durch die Unsicherheit der Werthe *a* und *b* erklärt werden, anderseits auch dadurch, dass die Trommeln auf den Mikrometerschrauben drehbar sind, also sehr leicht umgedreht werden können, wo dann dieselbe Seite der Schraube nicht mehr mit derselben Seite der Trommel zusammenfällt.

---

## § 2. Das Hauptnetz und seine Ausgleichung.

Indem wir nun die Ergebnisse der horizontalen Messungen erster Ordnung folgen lassen, müssen noch die folgenden Bemerkungen vorangeschickt werden.

In West-Java, welche Abtheilung der Terrains wir uns, was das Hauptnetz betrifft, im Westen durch die Seiten Batoehideung-Karang und Karang-Gedé, im Osten durch die Seite Tjerimai-Bongkok begrenzt denken, beziehen sich alle Richtungen auf Heliotrope, welche in der Achse der Pfeiler aufgestellt wurden, (S. 4).

Die einzigen Ausnahmen von dieser Regel sind die folgenden. Der Leuchtthurm zu Anjer eignete sich, durch seine länglich-conische Gestalt, sehr dazu, selbst als Zielpunkt benutzt zu werden, also war daselbst ein Heliotrop unnöthig. Und als Herr Woldringh zu Batoehideung diesen Leuchtthurm mittels der Richtungen Hondjej, Tjiloemloem und Karang festlegte, wurden auf diesen Gipfeln Signale benutzt.

In Ost-Java sind, bei den Messungen erster Ordnung, nicht so ausschliesslich wie in West-Java, Heliotrope benutzt worden; Mangel an Personal, Schwierigkeit, gegen mässige Bezahlung freie Javanen als Heliotropisten zu werben, (was bei den Sundanesen in West-Java weit weniger der Fall war,) und andere Ursachen wirkten dazu mit.

Mit der Reduction vom Signal zur Achse des Pfeilers, welche durch den unregelmässigen Durchschnitt des Signalhalses, und noch mehr durch die Unebenheit des Terrains auf den Gipfeln oft ungeheuer erschwert war, wurde zwar alle Sorgfalt verwendet; es muss dennoch eingestanden werden, dass dabei das Centimeter nicht wohl zu erreichen war, und in den ungünstigsten Fällen eine Unsicherheit von 1—2 Decimetern übrig geblieben ist.

Mehrere Namen wird man von hinzugefügten Römischen Zahlen I, II, u. s. w. begleitet finden. Um Verwechslungen vorzubeugen, habe ich, bei dieser Neuberechnung, die Benennungen der Stationen, wie sie von den Ingenieuren der Triangulation angenommen waren, unverändert gelassen, sei es auch dass die Consequenz vielleicht eine Aenderung wünschenswerth hätte erscheinen lassen. Einige Male bestanden in derselben Residentschaft mehr als eine Station mit demselben Namen, wie Sangaboewana und Pogor, und dann dienen die Zahlen zur Unterscheidung derselben; öfters aber bezogen sich die verschieden nummerirten Namen auf Pfeiler auf einem und demselben Gipfel, wie z. B. Tampomas I und II; letzterer ist die Station oder der Dreieckspunkt erster Ordnung, und ist gebaut worden, weil der de Lange'sche Punkt, welcher, als Tampomas I, als Dreieckspunkt zweiter Ordnung beibehalten worden ist, für die Verbindung nach Norden zu niedrig lag.

Ebenso hatte Herr de Lange auf dem Kraterrande des Tjerimai drei Signale errichtet, Tjerimai I, II und III, und zwar an drei Stellen, welche nach den verschiedenen Theilen der Residentschaft Cheribon Aussicht gaben, und welche er auch, so viel als möglich, aus allen von ihm in dieser Gegend besuchten Stationen einschnitt. Auf dem Kraterrand selbst mangelte die Gelegenheit, die relative Lage dieser Signale zu bestimmen.

Als der Ingenieur Metzger die Arbeit de Lange's fortsetzte, konnte er auf dem Tjerimai keine Spur von diesen Signalen wiederfinden. Er baute daher, auf einem höheren Punkte, von wo die Aussicht nach den umringenden Gipfeln erster Ordnung frei war, einen neuen Pfeiler, Tjerimai IV.

Bei der endgültigen Berechnung der Triangulation sind die drei von Herrn de Lange gebauten Signale, jedes für sich, vermittelst sowohl der de Lange'schen, als der späteren Messungen, an das primäre Netz der späteren Triangulation angeschlossen worden, und so sind Tjerimai I, II und III in

diesem Bericht als Dreieckspunkte zweiter Ordnung aufgenommen worden; obwohl dieselben verschwunden sind, fand ich dennoch keinen Anlass dieselben zu unterdrücken, weil sie möglicher Weise bei den militärischen und topographischen Aufnahmen der Residentschaft Cheribon in den Jahren 1853—1855 benutzt worden sind, und die wirklichen Stellen, wo die Signale gestanden haben, also, bei einer etwaigen Revision dieser Arbeit, noch von Werth sein können.

Aehnliches hat sich bei den de Lange'schen Punkten Slamat I, II und III ereignet. Diese wurden zwar im J. 1865 wiedergefunden, für die Triangulation der Residentschaft Tagal war aber ein Pfeiler, (Slamat IV,) an der Nordseite der Kraterrandes ein Bedürfniss. Die relative Lage dieser vier Punkte konnte mittels einer in dem Sandmeer des Kraters gemessenen Basis genau bestimmt werden, (s. S. 2.) In Slamat III ist später behufs der Verbindung längs der Südseite, von West- mit Ost-Java, mittels Bongkok, Tjemiring, Ardjoeno und Kembang, noch ein Pfeiler gebaut worden.

Slamat I und II können jetzt, ebenso wie Tjerimai I, II und III, als verschwunden betrachtet werden.

Wegen der Schwierigkeit, auf den höchsten Gipfeln einen Heliotropisten zu unterhalten, wurden auf einigen Stationen, (Slamat III, Lawoe, Boetak (Kediri), Ardjoeno (Soerabaja), Argowoelan, Smèroe, neben den Pfeilern, auch Pyramiden von Kraterblöcken errichtet, welche, aus der Ferne sichtbar, den Dienst eines Signals leisteten. * Die Ablesungen der auf diese Pyramiden gerichteten Instrumente wurden dann auf die Pfeiler reducirt; ausser beim Smèroe, wozu die Reductions-Elemente erst später aufgefunden worden sind. **

Dasselbe war auch der Fall auf den niedrigen Hügeln, «Todtenkisten" genannt, welche der Insel Madura gegenüber, an der Javaküste liegen, nämlich Banjoelegi und Petoekangan. Diese Pyramiden dienten später, statt der früher benutzten Hügel, als Baken für die Seefahrt, und sind deshalb unten ausnahmsweise als Triangulationspunkte genannt worden. Bei der später folgenden Mittheilung der geographischen Lagen, sollen aber gleichfalls die Pfeiler aufgenommen werden.

Nach der Wiederaufnahme der Triangulation im Jahre 1861 wurde von Herrn J. C. A. van Asperen mit der Residentschaft Semarang angefangen und ostwärts fortgeschritten. Er und seine Assistenten beobachteten mit achtzölligen Instrumenten und vielfach wurden Bambus-Signale benutzt. Nachdem später beschlossen worden war, die Triangulation auch für die Zwecke der Gradmessung dienstbar zu machen, und die stärkeren 10 und 12 zölligen Instrumente disponibel waren, sind die Hauptdreiecke in den Residentschaften Semarang, Japara, Rembang, Soerakarta, Djogdjakarta und Madioen alle mit solchen Instrumenten nachgemessen worden, wobei dann aber nur auf Heliotrope visirt wurde.

Auf dem Merbaboe musste ein zweiter Pfeiler für den Anschluss an Nglanggran gebaut werden; dieser wurde als Merbaboe II beibehalten. Dasselbe war der Fall auf dem Soeket, wo zur Bestimmung der Punkte Kemirisongo und Lemboe, zwei Hülfspfeiler, Soeket II und III errichtet wurden. Die Messungen sind aber alle auf Soeket I reducirt worden.

Von zwei Punkten, Kaliasin und Tandjong Pakem, beide in der Residentschaft Besoeki, sind die Pfeiler durch das Meer weggeschlagen worden. Es sind daher dort neue Pfeiler, Kaliasin II und Tandjong Pakem (Neu) gebaut worden, welche in unseren Verzeichnissen mit diesen Benennungen aufgenommen worden sind, denselben, welche sie in den Notiz-Heften und Berechnungen tragen. Die Umstände sind aber bei diesen beiden Punkten nicht dieselben. Kaliasin I wurde, kurz nachdem es einige Male als Zielpunkt gedient hatte, weggeschlagen, und durch einen neuen Pfeiler weiter landeinwärts ersetzt, welcher also anfangs Kaliasin II genannt wurde. In der Neuberechnung ist aber nur dieser Punkt benutzt worden, so dass er in diesem Bericht einfach Kaliasin genannt worden ist.

---

* Die Pyramide auf Slamat III hat für die Messungen zu Prahoe, Kembang, Ardjoeno und Tjemiring als Zielpunkt gedient, für die Messungen zu Tjerimai, Sawal und Bongkok aber wurde vom Pfeiler aus heliotropirt.

** Für alle diese Gipfel werden, in der unten zu gebenden Tabelle der Längen und Breiten, so wohl Pyramiden als Pfeiler aufgenommen werden.

Tandjong Pakem (alt) aber ist nach den Messungen weggeschlagen worden, so dass Tandjong Pakem (neu) factisch nicht zur Bestimmung von Punkten zweiter Ordnung gedient hat. Es ist aber im Sept. 1878, durch ein vollgemessenes Dreieck von Herrn Soeters, mit den Hauptpunkten Sahari und Ikan verbunden worden, (S. Dreieck 198, in Beziehung zu Dreieck 192), so dass die relative Lage der beiden Pfeiler bekannt ist. Die Rechnungen beziehen sich aber sämmtlich auf Tandjong Pakem (alt).

Es sind noch einzelne Fälle vorhanden, wo zwei oder mehr Gipfel in verschiedenen Theilen Java's denselben Namen tragen, wie Ardjoeno, (in den Residentschaften Baglen und Soerabaja,) Slamat, (in Tagal und in Pasoeroean,) Boetak, (in Rembang und in Kediri.) Oft ist in diesen Fällen eine Verwechslung nicht zu befürchten, und dann sind die Namen ohne hinzugefügte Zahl gelassen. Zur Unterscheidung kann, wenn es gewünscht ist, immer die Residentschaft hinzugefügt werden, z. B. Boetak, (Kediri).

---

Bereits auf Java war von mir ein Formular für die Reduction der primären Messungen angegeben worden; es folgt hierunten, Seite 48 und 49, eine aufs Ungefähre genommene Probe der Reduction eines Satzes mit Fernrohr rechts und links.

Als jedoch die Papiere in Utrecht empfangen wurden, war nur ein kleiner Theil der Messungen, namentlich der jüngeren Beobachter, nach dieser Vorschrift reducirt worden, so dass z. B. alle von Herrn Metzger herrührenden Messungen neu reducirt werden mussten.

Die Ausgleichung auf der Station sollte nach der Bessel'schen Methode geschehen; was aber auch nur für einzelne Stationen bereits auf Java ausgeführt worden war.

Herr J. C. A. van Asperen hatte überhaupt seine primären Messungen richtig reducirt, die Ausgleichung auf der Station aber nicht nach der Bessel'schen, sondern nach einer von ihm selbst entworfenen einfacheren Methode ausgeführt, wozu die systematische Anordnung der Beobachtungen allerdings Veranlassung gab. Eine Beschreibung dieser Methode hat er leider nicht gegeben; und die Reductionsblätter geben nur Zahlen ohne Erklärung, doch ist est mir gelungen herauszufinden dass seine Methode dieselbe war, welche auch im Ordnance Trigonometrical Survey of Great Britain etc. S. 62—66 und in Helmert's Ausgleichungsrechnung S. 154 auseinandergesetzt ist; nur dass er die Näherung drei oder viermal wiederholte; dass diese Methode ziemlich richtig sei, wird durch die folgende Probe bewiesen. Eine der complicirtesten Stationen war Lawoe, wo zehn Zielpunkte eingestellt worden waren. Die Ausgleichung dieser Beobachtungen war von Herrn Soeters nach der Bessel'schen Methode ausgeführt, und weil gerade auch Prof. Schols dieselbe Ausgleichung nach seiner Methode gemacht hatte, wobei er genau dieselben Resultate wie Herr Soeters erhalten hatte, so ersuchte ich Herrn J. C. A. van Asperen, seine Methode auf diese Station anzuwenden. Das Resultat wird aus der untenstehenden Uebersicht deutlich:

| Station | Secunden nach den Herren Schols und Soeters. | Secunden nach Herrn Van Asperen. | Unterschied. |
|---|---|---|---|
| Gambiranom | 0",00 | 0",00 | 0",00 |
| Nglanggrang | 56 ,57 | 56 ,57 | 0 ,00 |
| Kritjian | 27 ,91 | 27 ,90 | — 0 ,01 |
| Salam | 4 ,53 | 4 ,51 | — 0 ,02 |
| Segorogoenong | 5 ,42 | 5 ,40 | — 0 ,02 |
| Kendil | 5 ,02 | 5 ,02 | 0 ,00 |
| Pandan | 10 ,87 | 10 ,86 | — 0 ,01 |
| Wilis | 58 ,47 | 58 ,47 | 0 ,00 |
| Sengoengloeng | 18 ,31 | 18 ,29 | — 0 ,02 |
| Ratawoe | 40 ,95 | 40 ,95 | 0 ,00 |

was also nahezu eine vollkommene Uebereinstimmung zeigt. Die von Herrn Van Asperen schon auf Java ausgeglichenen, mit Gross P. M. I. und Repsold gemessenen Stationen, gaben zwar, wie später noch mehr im Einzelnen gezeigt werden wird, einen etwas grösseren mittleren Fehler der nackten Beobachtungen, der Unterschied war aber nicht gross, und muss, bei den stark wechselnden Werthen von $m^2$, dem Zufall anheimgestellt werden; es wurde nämlich gefunden:

| Instrument. | Nach der strengen Rechnung. | | Nach der Methode der Herrn J. C. A. van Asperen. | |
|---|---|---|---|---|
| | Anzahl der Stationen. | M. Fehler. | Anzahl der Stationen. | M. Fehler. |
| Gross P. M. I. | 51 | ± 1",17 | 9 | ± 1",57 |
| Repsold | 21 | ± 0 ,94 | 5 | ± 1 ,08 |

Die Zahlen 1",57 und 1",08 wurden aber auch bei der strengen Rechnung wiederholt überschritten; und ich nahm also keinen Anstand, die Reductionen des Herrn Van Asperen anzunehmen.

Die übrigen Ausgleichungen auf der Station wurden hier in Utrecht auf gleiche Weise wie die S. 80 der 3ten Abtheilung vermeldeten, zwar nach den Bessel'schen Methode, aber mittels einer von Herrn Prof. Schols in Delft angegebenen, sehr bequemen Einrichtung der Formulare, bearbeitet.

Die nächste Tabelle, S. 55 und folgende, enthält die für das Hauptnetz gefundenen ausgeglichenen Richtungen.

Um Raum zu gewinnen, sind in derselben Tabelle zugleich die Verbesserungen, welche die Ausgleichung des Netzes als nothwendig oder wünschenswerth gezeigt hat, sodann die Sekunden der verbesserten oder ausgeglichenen Richtungen, ferner die Azimuthe und schliesslich die Entfernungen in Metern hinzugefügt.

Von dieser Ausgleichung ist bereits vermeldet worden, dass dieselbe, im Vergleich mit der, gewöhnlich mit vielem Zeitaufwand nach der strengen Methode der kleinsten Quadrate bearbeiteten, ganz anspruchlos ist. Erstens haben wir, wie Gauss dies in seiner Triangulation von Hannover auch schon gethan hat, den gemessenen Richtungen überhaupt gleiche Gewichte zuerkannt; nur in einzelnen Stationen in Ost-Java, wo mit einem 8 zölligen Instrumente, P. M. IV, die gewöhnliche Zahl der Messungen angestellt wurde, und die Abweichungen etwas ansehnlich waren, erhielten die mit diesem Instrumente gefundenen Richtungen das Gewicht $\frac{1}{2}$.

In Mittel-Java sind die Messungen zu Tjemiring und Slamat III von Herrn Woldringh in 18 Kreislagen mit P. M. III (8 Z.) gemacht, und empfingen also das Gewicht = 1. Zu Prahoe, Kembang und Ardjoeno hat Herr Teunissen, mit dem ebenfalls 8 z. P. M. IV, zwar nur in 6 Kreislagen gemessen; die in den verschiedenen Kreislagen erhaltenen Winkel stimmten aber untereinander so gut, und die Dreiecke um Slamat III, hatten solche kleine Schlussfehler, dass kein Anlass vorlag, den dort gefundenen Winkeln ein kleineres Gewicht zuzuerkennen. Dasselbe war auch der Fall mit den Beobachtungen von Herrn J. C. A. van Asperen zu Kritjian, welche zwar einen ungünstigen m. Fehler für die nackten Beobachtungen zeigen, deren Mittelzahlen aber ganz gut mit den übrigen Messungen stimmten.

Ueber die Ausgleichung des Netzes hat Herr M. L. J. van Asperen mir einen ausführlichen Bericht erstattet, aus welchem ich, der Kürze halber, nur das folgende hier mittheile, was für den sachverständigen Leser wohl hinreichend sein wird.

Die Rechnungen sind durchgängig mit siebenstelligen Logarithmen geführt, doch ist die durch die Interpolation erhaltene achte Decimalstelle immer angesetzt.

Weiter wurde in den Rechnungen die dritte Decimalstelle der Secunden angesetzt, damit soviel wie möglich die sphärischen Excesse und Sinusproben stimmen sollten (Fortsetzung S. 50.)

## REDUCTION DER PRIMÄREN WINKELMESSUNGEN ZU PATAT.

Notiz-Heft

| Tag. 1869 | Fernrohr. | Zielpunkt. | | | MIKROSKOP A. Die Correction für Gang ist für 10': — 0",92. Erster Strich. | Zweiter Strich. | Im Mittel. | Allgemeines Mittel. | Corr. für Gang. — | Corrigirtes Mittel. | | MIKRO- Die Correction für Erster Strich | Zweiter Strich. | Im Mittel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| März 24. | l. | Telaga...... | 0° | 0' | 2",00 | 4",00 | 3",00 | | | | 0' | 29",00 | 31",88 | 30",44 |
| | | | | | 7 ,00 | 7 ,88 | 7 ,44 | | | | | 21 ,00 | 22 ,00 | 21 ,50 |
| | | | | | 2 ,25 | 3 ,00 | 2 ,63 | 4",36 | 0",01 | 4",35 | | 25 ,13 | 28 ,63 | 26 ,88 |
| | | Tjikakap...... | 77 | 9 | 0 ,25 | 0 ,88 | 0 ,57 | | | | 9 | 11 ,63 | 11 ,50 | 11 ,57 |
| | | | | | 7 ,00 | 6 ,00 | 6 ,50 | 3 ,53 | 0 ,38 | 3 ,15 | | 4 ,38 | 4 ,88 | 4 ,63 |
| | | Nangka...... | 208 | 38 | 51 ,50 | 51 ,00 | 51 ,25 | | | | 38 | 49 ,25 | 47 ,50 | 48 ,38 |
| | | | | | 53 ,38 | 55 ,00 | 54 ,19 | 52 ,72 | 0 ,36 | 52 ,36 | | 51 ,75 | 51 ,00 | 51 ,38 |
| | r. | Telaga...... | 0 | 0 | 9 ,38 | 10 ,00 | 9 ,69 | | | | 0 | 7 ,00 | 8 ,63 | 7 ,82 |
| | | | | | 8 ,38 | 9 ,25 | 8 ,82 | | | | | 3 ,00 | 5 ,75 | 4 ,38 |
| | | | | | 7 ,00 | 6 ,88 | 6 ,94 | 8 ,48 | 0 ,01 | 8 ,47 | | 5 ,50 | 6 ,13 | 5 ,82 |
| | | Tjikakap..... | 77 | 8 | 56 ,25 | 55 ,00 | 55 ,63 | | | | 9 | 5 ,13 | 4 ,75 | 4 ,94 |
| | | | | | 51 ,00 | 50 ,00 | 50 ,50 | 53 ,06 | 0 ,36 | 52 ,70 | | 2 ,75 | 2 ,88 | 2 ,82 |
| | | Nangka...... | 208 | 38 | 36 ,50 | 35 ,00 | 35 ,75 | | | | 37 | 46 ,00 | 47 ,00 | 46 ,50 |
| | | | | | 31 ,25 | 31 ,00 | 31 ,13 | 33 ,44 | 0 ,33 | 33 ,11 | | 53 ,00 | 52 ,38 | 52 ,69 |

Das Resultat dieses

| | |
|---|---|
| Telaga | 0° |
| Tjikakap | 77 |
| Nangka | 208 |

Die Entfernungen waren: von Telaga 52405, von Tjikakap 56984 und von Nangka 25516 Meter; die doppelte rohr rechts — 2",69, — 2",56 und — 5",42. der Winkel mit Telaga aber + 0",55 und — 0",75 betrag. Gefunden ganze Anzahl primäre Messungen abgeleitet und discutirt worden, worüber später Bericht erstattet werden wird.

NB. Diese Reduction ist in Utrecht ausgeführt worden. Diejenigen Reductionstabellen für Ost-Java, welche Reduction bereits in den Notiz-Heften, auf der rechten Seite geschah, welche dazu, vorschriftmässig, bei der Notirung

Beobachter: METZGER. Instrument: Gross P. M. II.

N°. 25.

| ·KOP B. ·ang ist für 10': + 1",10. | | | Mittel aus beiden Mikroskopen. | Neigung der horizontalen Achse $i$ | Im Mittel. | $z$ und cot $z$. | $i$ cot $z$. | Mittel, corrigirt für Neigung | Corr. für period. Fehler des Randes + | Corrigirte Ablesung. | Winkel mit dem ersten Object. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Allgemeines Mittel. | Corr. für Gang + | Corrigirtes Mittel. | | | | | | | | | |
| 26",27 | 0",06 | 26",32 | 15",34 | — 2",9<br>+ 12 ,2<br>+ 2 ,9 | + 4",1 | 89° 38'<br>+ 0,0064 | + 0",03 | 15",36 | 0",93 | 0° 0' 16",29 | 0° 0' 0",00 |
| 8 ,10 | 0 ,45 | 8 ,55 | 5 ,85 | — 5 ,0<br>+ 3 ,6 | — 0 ,7 | 91° 18'<br>— 0,0227 | + 0 ,02 | 5 ,87 | 0 ,41 | 77 9 6 ,28 | 77 8 49 ,99 |
| 49 ,88 | 0 ,42 | 50 ,30 | 51 ,33 | + 3 ,6<br>+ 3 ,6 | + 3 ,6 | 91° 13'<br>— 0,0219 | — 0 ,08 | 51 ,25 | 0 ,02 | 208 38 51 ,27 | 208 38 34 ,98 |
| 6 ,00 | 0 ,01 | 6 ,01 | 7 ,24 | — 1 ,4<br>— 1 ,1<br>— 3 ,6 | — 2 ,0 | + 0,0064 | — 0 ,01 | 7 ,23 | 0 ,93 | 8 ,16 | 0 ,00 |
| 3 ,88 | 0 ,45 | 4 ,33 | 58 ,52 | 0 ,0<br>— 4 ,3 | — 2 ,2 | — 0,0027 | + 0 ,05 | 58 ,57 | 0 ,11 | 58 ,98 | 50 ,82 |
| 49 ,59 | 0 ,42 | 50 ,01 | 41 ,56 | — 10 ,1<br>— 4 ,7 | — 7 ,4 | — 0,0219 | + 0 ,16 | 41 ,72 | 0 ,02 | 41 ,74 | 33 ,58 |

Satzes war also:

| | |
|---|---|
| 0' | 0",00 |
| 8 | 50 ,405 |
| 38 | 34 ,28 |

Excentricität des Fernrohrs war = 0,425 Meter, so dass die Reduction der Richtungen von Fernrohr links auf Fernwurde + 0",83 und — 1",40; die Unterschiede sind also + 0",50 und — 0",67. Diese Unterschiede sind für die

dort schon eingefüllt waren, enthielten in der vierten Columne gleich die arithmetischen Mittel, indem die erste der Ablesungen offengelassen wurde.

Für die Berechnung der sphärischen Excesse, nach der S. 35 der III Abth. angegebenen Formel, wurden die Logarithmen der Seitenlängen aus der früheren Berechnung des Netzes entlehnt, und mit der ziemlich genau bekannten Correction verbessert.

Die drei Basisnetze von Simplak, Logantong und Tangsil wurden aus der dritten Abtheilung unverändert herübergenommen; vom dem letzten war nur die Seite Bësër-Soeket nöthig.

Weiter wurden Vierecke mit zwei, und Fünfecke mit mehr als zwei Diagonalen, wo solche im Netze zu finden sind, nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen. So wurde die Ausgleichung mit dem Fünfecke Telaga-Pangrango-Sangaboewana I-Patoeha-Boerangrang begonnen, von welchen Punkten die drei ersten dem Basisnetze von Simplak angehörten.

Beim Fortschreiten wurde nun der Hauptsache nach die Methode befolgt, dass zuerst die Winkel der neu angezogenen Dreiecke mit dem Drittel der Schlussfehlers vermindert, dann die 360 sein sollende Summe der in einem Punkte zusammen treffenden Winkel berichtigt, und endlich die Sinusprobe fertig gemacht wird. (Schols, Landmeten en Waterpassen, § 156.) Es zeigt sich dann von selbst ob die anzubringenden Verbesserungen zu dulden sind oder nicht. In unserem Netze war dies, wie die Tabelle zeigt, meistentheils wohl der Fall. Waren die Verbesserungen zu gross, so wurde eine andere Ausgleichung versucht, öfters gleich die Methode der kleinsten Quadrate angewandt. Dabei wurden dann die Verbesserungen der Richtungen als Unbekannte eingeführt, durch ein Missverständniss jedoch die Verbesserung der ersten Richtung, wie es in der Bessel'schen Ausgleichungsmethode geschieht, gleich Null gesetzt. Nachher wurde dann die Summe der sämmtlichen Verbesserungen der zu einem selben Standpunkte gehörenden Richtungen, jene der Nullrichtung darunter begriffen, durch addiren oder substrahiren einer überall gleichen Zahl, = 0 gemacht. Diese Rechnungsweise würde offenbar nur dann richtig sein, wenn, statt Richtungen, Winkel mit dem ersten Object gemessen worden wären; leider wurde der Fehler erst entdeckt, als die ganze Ausgleichung des Netzes fertig abgeliefert wurde. Es versteht sich aber, dass die resultirenden Verbesserungen, welche doch, wenn auch nicht auf die allergünstigste, doch auf eine sehr günstige Art bewirken, dass den bestehenden geometrischen Bedingungen des Netzes Genüge gethan wird, sehr wenig von denjenigen verschieden sein können, welche eine ganz strenge Behandlung gegeben hätte. Die gemachte fehlerhafte Vorauszetsung ist jedenfalls von derselben Ordnung, als wenn man, wie in der beschriebenen, einfacheren Ausgleichungs-Methode, mit Winkeln, statt Richtungen rechnet. Strenge genommen ist auch dies nicht erlaubt, es hat sich aber fast immer ergeben, dass die hiermit genommene Freiheit keine nachtheilige Folgen hatte, indem Anhäufung von Verbesserungen mit gleichen Vorzeichen, bei an einander anschliessenden Winkeln selten oder nie vorkam.

Ich wiederhole noch einmal, dass die Absicht mit der beschriebenen Ausgleichung nur ein Versuch war, und dass die überaus günstige Uebereinstimmung der drei Basen, wie auch der zwanglose Anschlufs an das Basisnetz von Mittel-Java, und endlich die (wie wir später sehen werden) vollkommen genügende Uebereinstimmung der geodätischen mit den astronomischen Azimuthen, mich zu dem Entschlufs führten, das ganze System der Verbesserungen, also die Ausgleichung selbst, als genügend anzunehmen. Ich brauche kaum anzuführen, dass eine nach der Methode der kleinsten Quadrate streng durchgeführte Ausgleichung, selbst wenn, zum Zwang-Anschluss an den drei Basen nur die zwei, von den Längen der Basen herrührenden Bedingungs-Gleichungen eingeführt würden, nur mit enormem Zeitafwand zu erhalten wäre; weil nun überdies von Anschluss an das Netz eines Nachbarstaates bei einer Insel wie Java keine Rede ist, so glaube ich, dass Jedermann diesen Entschluss billigen wird.

Ausser dem genannten Fünfeck sind nun noch die untenstehenden Vier- und Fünfecke durch die Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen worden:

Das Fünfeck Batoehideung - Karang - Gedé - Sangéan - Leuchtthurm,
« « Sangaboewana II - Pangrango - Poetri - Dago - Endoet,
« Viereck Boerangrang - Tampomas - Tjikoerai - Patoeha,
« Fünfeck Tampomas - Kromon - Tjerimai - Sawal - Tjikoerai,

das Fünfeck Sawal - Tjerimai - Slamat - Tjemiring - Bangkok,
« « Kembang - Prahoe - Oengaran - Merbaboe - Gepak,
das Viereck Nglanggran - Merbaboe - Salam - Kritjian,
« « Kritjian - Salam - Segorogoenong - Lawoe,
« Fünfeck Nglanggran - Kritjian - Lawoe - Ratawoe - Gambiranom,
« Viereck Argopoero - Bèsèr - Soeket - Kemirisongo,
« « Bèsèr - Kaliasin - Baloeran - Soeket,
« Fünfeck Lemboe - Soeket - Tandjong Pakem - Ikan - Dègong,
« Viereck Watoejèlèng - Dradjat - Benjoelegi - Petoekangan,
« « Petoekangan - Banjoelegi - Bangsri - Selèret.

Der Ort des Smèroe, wo nicht gemessen, welcher aber von sechs Stationen anvisirt wurde, wurde nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet.

Das übrige Netz wurde, wie gesagt, nach der einfacheren Methode ausgeglichen, und überhaupt liess der Anschluss wenig zu wünschen übrig. Angefangen wurde mit der Umgebung des Basisnetzes von West-Java; westwärts wurde fortgearbeitet bis zu der Sunda-Strasse, ostwärts bis zu der Seite Tjerimai-Bongkok. Dann wurde, von der Seite Bèsèr-Soeket des Basinetzes in Ost-Java ausgehend, erst das östliche Netz ausgeglichen, und weiter westwärts fortgearbeitet bis zu derselben Seite Tjerimai-Bongkok.

Die Abzählung der Fehler aus der Tabelle giebt die folgende Statistik:

| Grenzen der Fehler. | Anzahl. |
|---|---|
| 0",00 bis 0",50 | 318 |
| 0 ,50 « 1 ,00 | 136 |
| 1 ,00 « 1 ,50 | 53 |
| 1 ,50 « 2 ,00 | 25 |
| 2 ,00 « 2 ,50 | 8 |
| Summe | 540 |

Es bleiben also 454 von den 540 Verbesserungen unter der Secunde, 78 sind zwischen 1" und 2", und 8 übertreffen 2".

---

Als nun das ganze Dreiecksnetz ausgeglichen worden war, ergab es sich, dass um völligen Anschluss der Seiten, was ihre Länge anbetrifft, zu erhalten, die Verbesserungen der Logarithmen der drei Basen folgendermaassen angenommen werden mussten:

| | | |
|---|---|---|
| log. Basis bei Simplak | + 9 | Einheiten der siebenten Decimalstelle. |
| « « « Logantong | — 13 | |
| « « « Tangsil | + 4 | |

Geht man von den Logarithmen zu den Zahlen über, so ist dies für die Basis

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| bei Simplak: | + 0,0000021 | der Ganzen oder | + 8,2 | mm., |
| « Logantong: | — 0,0000030 | « « « | — 12,5 | « , |
| « Tangsil: | + 0,0000009 | « « « | + 4,5 | « . |

Theilt man, wie wir dies bereits gethan haben, Java in drei Theile, West-Java von Hondjej bis zu der Seite Tjerimai-Bongkok, Mittel-Java von dieser zu der Seite Segorogoenong-Lawoe, und Ost-Java von dieser zu der Seite Tandjong Pakem-Ikan, so wird durch diese Aenderung der Basen

| | | | |
|---|---|---|---|
| West-Java | um 0,65 | Meter | verlängert, |
| Mittel-Java | « 0,95 | « | verkürzt, |
| Ost-Java | « 0,30 | « | verlängert, |

so dass die Länge der ganzen Insel, welche nahezu eine Million Meter beträgt, sich gleich bleibt.

---

Indem also die Logarithmen der Längen der drei Basen festgestellt worden waren, so konnten die Längen der Dreiecksseiten sämmtlich berechnet werden. Es wurde, wie früher, (s. die 3te Abtheilung,) auch hier durchweg die Additamentenmethode benutzt; die ausgeglichenen Winkel der Dreiecke wurden also nicht um $\frac{1}{3}\ \varepsilon$ vermindert, und von allen Seiten wurde nur der log. Sin., zwar in Metern, berechnet. Durch Hinzufügung der Additamente wurden aber die Logarithmen der Seiten und dann diese selbst gefunden. In der unten folgenden Tabelle sind diese auch in der letzten Columne angegeben.

Um die relative Lage der umliegenden Punkte in Bezug auf einen Centralpunkt anzugeben, muss aber, ausser der Entfernung auch das Azimuth gegeben sein; zu Genoek, dem nördlichsten Punkte Mittel-Java's, war vom Ingenieur Soeters eine vollständige Breiten- und Azimuthbestimmung ausgeführt worden. Aus letzterer wurden, unter Annahme der Bessel'schen Dimensionen des Erdsphäroids, die Azimuthe für das ganze Netz abgeleitet und die gefundenen Azimuthe, vom Norden rechts herumgezählt, sind in der vorletzten Columne der Tafel angegeben. Zwischen den ausgeglichenen Richtungen und den Azimuthen besteht natürlich für jeden Standpunkt ein constanter Unterschied.

In der dann folgenden Tabelle sind die primären Dreiecke selbst mitgetheilt worden. Hier sind die Log. Sinus der Winkel wie auch die Log. der Seiten-Sinus und die Additamente angegeben, so dass der Leser auf vielfache Art Controle auszuüben im Stande ist. Dass, wenn man den Unterschied Log. sinus Seite — Log. sinus der gegenüberstehenden Winkels nimmt, zeitweilen ein Unterschied von einer Einheit der siebenten Decimallstelle gefunden wird, rührt theilweise davon her, dass, wie gesagt, bei den Berechnungen die interpolirte achte Stelle beibehalten wurde, welche unten nicht angesetzt worden ist, während überdies, wo derselbe Logarithmus auf verschiedenen Wegen abgeleitet wird, natürlich zuweilen Differenzen von einer oder zwei Einheiten in der letzten Decimalstelle vorkommen müssen.

## ERGEBNISSE DER RICHTUNGSMESSUNGEN ERSTER ORDNUNG.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Hondjej.** | | | |
| | | E. Metzger, Mai 1868, Gross P. M. II. | | | |
| Batoehideung ......... | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,75 | 0″,75 | 17° 45′ 40″,94 | 22728,42 |
| Tjiloemloem .......... | 56 51 9 ,78 | — 0 ,17 | 9 ,61 | 74 16 49 ,80 | 56096,12 |
| Poelo Tindjil ......... | 115 17 22 ,15 | — 0 ,60 | 21 ,55 | 155 5 1 ,74 | 55891,65 |
| | | **Batoehideung.** | | | |
| | | E. Metzger, Mai 1868, Gross P. M. II. | | | |
| Tjiloemloem .......... | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,11 | — 0″,11 | 115° 5′ 48″,47 | 50258,00 |
| Hondjej .............. | 84 59 26 ,53 | — 0 ,02 | 26 ,51 | 197 45 14 ,88 | 22728,42 |
| Karang ............... | 504 14 42 ,04 | + 0 ,14 | 42 ,18 | 57 20 50 ,76 | 55950,58 |
| | | C. Woldringh, März 1868, P. M. III. | | | |
| Karang ............... | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,52 | 0″,52 | 57° 20′ 50″,76 | 55950,58 |
| Tjiloemloem .......... | 55 45 20 ,00 | — 1 ,97 | 18 ,05 | 115 5 48 ,47 | 50258,00 |
| Hondjej .............. | 140 24 45 ,10 | — 0 ,65 | 44 ,45 | 197 45 14 ,88 | 22728,42 |
| Leuchtthurm Anjer..... | 550 46 24 ,40 | + 2 ,29 | 26 ,69 | 28 6 57 ,15 | 57886,10 |
| | | **Poelo Tindjil.** | | | |
| | | E. Metzger, Mai 1868, Gross P. M. II. | | | |
| Tjiloemloem .......... | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,22 | — 0″,22 | 15° 55′ 55″,87 | 55522,95 |
| Klandong ............ | 59 46 2 ,96 | — 0 ,99 | 1 ,97 | 75 41 58 ,06 | 41658,17 |
| Hondjej .............. | 299 5 42 ,69 | + 1 ,21 | 43 ,90 | 515 1 19 ,99 | 55891,65 |
| | | **Poelo Sangéan.** | | | |
| | | J. A. Oudemans, September und October 1880, Gross P. M. II. | | | |
| Gedé ................ | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,55 | 0″,55 | 77° 26′ 48″,92 | 25654,12 |
| Anjer ............... | 67 15 18 ,25 | — 0 ,68 | 17 ,57 | 144 40 6 ,14 | 11061,91 |
| Karang .............. | 69 52 20 ,52 | — 0 ,22 | 20 ,30 | 146 59 8 ,87 | 59118,87 |
| Leuchtthurm Anjer..... | 86 18 44 ,41 | + 0 ,56 | 44 ,97 | 165 46 55 ,54 | 11519,15 |
| | | *Leuchtthurm Anjer.* | | | |
| *Gedé* ................ | ............ | berechnet | ............ | 51° 15′ 2″,65 | 25560,80 |
| *Karang* .............. | ............ | « | ............ | 140 25 17 ,54 | 28470,66 |
| *Batoehideung* ......... | ............ | « | ............ | 208 5 19 ,75 | 57886,10 |
| *Poelo Sangéan* ........ | ............ | « | ............ | 545 46 22 ,75 | 11519,15 |

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|

### Tjiloemloem.

E. Metzger, April 1868, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Poelo Tindjil | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,32 | — 0″,32 | 195° 35′ 5″,12 | 35522,95 |
| Hondjej | 60 19 35 ,22 | — 0 ,35 | 34 ,69 | 254 14 58 ,15 | 56096,12 |
| Batoehideung | 99 9 1 ,39 | — 0 ,25 | 1 ,16 | 295 4 4 ,60 | 50258,00 |
| Karang | 189 18 26 ,09 | + 0 ,75 | 26 ,84 | 25 15 50 ,28 | 44597,61 |
| Endoet | 255 35 32 ,40 | + 0 ,55 | 32 ,95 | 87 28 56 ,56 | 52142,20 |
| Sangaboewana II | 265 7 19 ,42 | — 0 ,46 | 18 ,96 | 99 2 22 ,59 | 62001,99 |
| Klandong | 291 45 58 ,69 | + 0 ,25 | 58 ,92 | 125 39 2 ,56 | 58746,22 |

### Anjer.

J. A. Oudemans, September und October 1880, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Poelo Sangéan | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,51 | 0″,51 | 324° 59′ 44″,54 | 11061,91 |
| Gedé | 85 0 42 ,04 | — 0 ,52 | 41 ,52 | 49 40 25 ,54 | 21892,21 |

### Karang.

E. Metzger, März 1868, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Tjiloemloem | 0° 0′ 0″,00 | — 1″,25 | — 1″,25 | 205° 12′ 25″,95 | 44597,61 |
| Batoehideung | 34 5 19 ,29 | — 0 ,49 | 18 ,80 | 257 17 46 ,00 | 55950,58 |
| Gedé | 159 27 0 ,57 | + 0 ,49 | 1 ,06 | 2 39 28 ,26 | 57985,05 |
| Dago | 259 8 57 ,63 | + 0 ,92 | 58 ,55 | 102 21 25 ,75 | 60688,99 |
| Endoet | 295 2 41 ,05 | + 0 ,27 | 41 ,32 | 138 15 8 ,52 | 51859,29 |
| Sangaboewana II | 296 3 50 ,21 | + 0 ,06 | 50 ,27 | 139 16 17 ,47 | 66916,88 |

J. A. Oudemans, November 1880, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Poelo Sangéan | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,10 | — 0″,10 | 326° 57′ 54″,95 | 59118,87 |
| Gedé | 35 41 35 ,13 | + 0 ,10 | 35 ,23 | 2 39 28 ,26 | 57985,05 |
| *Leuchtthurm Anjer* | ........ | berechnet | ........ | 320 22 15 ,86 | 28470,66 |

### Gedé.

J. A. Oudemans, October und November 1880, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Karang | 0° 0′ 0″,00 | — 1″,17 | — 1″,17 | 182° 39′ 22″,18 | 57985,05 |
| Anjer | 47 0 4 ,67 | + 0 ,69 | 5 ,36 | 229 39 28 ,71 | 21892,21 |
| Leuchtthurm Anjer | 48 52 50 ,97 | + 0 ,63 | 51 ,60 | 231 11 54 ,95 | 25560,80 |
| Poelo Sangéan | 74 46 8 ,10 | — 0 ,34 | 7 ,76 | 257 25 51 ,11 | 25654,12 |
| Dago | 308 51 49 ,86 | + 0 ,19 | 50 ,05 | 131 51 15 ,40 | 76829,54 |

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|

### Klandong.

E. Metzger, April 1868, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Tjiloemloem | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,35 | — 0″,35 | 305° 37′ 1″,97 | 38746,25 |
| Sangaboewana II | 121 0 3 ,68 | — 0 ,51 | 3 ,17 | 66 37 5 ,49 | 32400,52 |
| Soerangga | 177 46 23 ,65 | — 0 ,08 | 23 ,57 | 123 23 25 ,89 | 35802,69 |
| Nangka | 198 31 6 ,11 | — 0 ,48 | 5 ,63 | 144 8 7 ,95 | 57339,60 |
| Poelo Tindjil | 308 1 57 ,92 | + 1 ,43 | 59 ,35 | 253 39 1 ,67 | 41638,17 |

### Endoet.

E. Metzger, December 1867 und Juni 1868, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Tjiloemloem | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,77 | 0″,77 | 267° 25′ 20″,57 | 52142,20 |
| Karang | 50 47 43 ,72 | — 1 ,12 | 42 ,60 | 318 13 2 ,40 | 51839,29 |
| Dago | 136 29 43 ,52 | + 0 ,64 | 44 ,16 | 43 55 3 ,96 | 35682,51 |
| Poetri | 166 0 34 ,93 | — 1 ,20 | 33 ,73 | 73 25 53 ,53 | 61222,97 |
| Pangrango | 196 45 47 ,28 | + 0 ,57 | 47 ,85 | 104 11 7 ,65 | 68873,08 |
| Sangaboewana II | 235 18 42 ,16 | + 0 ,34 | 42 ,50 | 142 44 2 ,35 | 15113,96 |

### Sangaboewana II.

E. Metzger, September und October 1868, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Endoet | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,10 | 0″,10 | 322° 43′ 27″,70 | 15113,96 |
| Poetri | 96 29 58 ,46 | — 0 ,03 | 58 ,43 | 59 13 26 ,03 | 57641,97 |
| Pangrango | 132 4 39 ,34 | + 0 ,02 | 39 ,36 | 94 48 6 ,96 | 57824,93 |
| Telaga | 160 23 18 ,82 | — 1 ,58 | 17 ,24 | 123 6 44 ,84 | 65499,82 |
| Soerangga | 196 5 51 ,05 | — 0 ,80 | 50 ,25 | 158 49 17 ,85 | 46714,28 |
| Klandong | 283 51 43 ,39 | + 0 ,07 | 43 ,46 | 246 35 11 ,06 | 32400,52 |
| Tjiloemloem | 316 15 1 ,53 | + 1 ,19 | 2 ,72 | 278 58 30 ,32 | 62001,99 |
| Karang | 356 30 7 ,91 | + 1 ,05 | 8 ,96 | 319 13 36 ,56 | 66916,88 |

### Nangka.

E. Metzger, März und September 1869, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Soerangga | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,53 | 0″,53 | 39° 25′ 38″,66 | 20431,77 |
| Patat | 41 49 14 ,26 | — 0 ,90 | 13 ,36 | 81 14 51 ,49 | 25516,33 |
| Klandong | 284 40 14 ,91 | + 0 ,36 | 15 ,27 | 324 5 53 ,40 | 57339,60 |

## Dago.

E. Metzger, März 1868, März, April und Juni 1871, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Endoet | 0° 0′ 0″,00 | — 1″,78 | — 1″,78 | 223° 53′ 32″,75 | 33682,51 |
| Karang | 58 24 17 ,26 | + 1 ,34 | 18 ,60 | 282 17 53 ,15 | 60688,99 |
| Gedé | 87 34 16 ,74 | + 1 ,39 | 18 ,13 | 311 27 52 ,66 | 76829,34 |
| Poetri | 239 44 20 ,37 | — 0 ,95 | 19 ,42 | 103 37 53 ,95 | 34918,05 |
| Pangrango | 271 27 32 ,49 | — 0 ,02 | 32 ,47 | 135 21 6 ,98 | 59825,21 |

## Soerangga.

E. Metzger, October 1868, September 1869 und November 1871, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Nangka | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,19 | — 0″,19 | 219° 24′ 45″,71 | 20431,77 |
| Klandong | 85 55 35 ,55 | + 0 ,03 | 35 ,58 | 305 20 21 ,28 | 55802,69 |
| Sangaboewana II | 119 23 26 ,05 | — 0 ,40 | 25 ,65 | 338 48 11 ,54 | 46714,28 |
| Telaga | 218 59 53 ,88 | — 0 ,05 | 53 ,83 | 78 24 39 ,75 | 58775,80 |
| Patat | 274 45 24 ,85 | + 0 ,63 | 25 ,48 | 134 10 11 ,58 | 17072,98 |

## Patat.

E. Metzger, März 1869, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Telaga | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,21 | — 0″,21 | 52° 34′ 31″,49 | 32402,55 |
| Bitoeng | 50 25 45 ,19 | — 0 ,04 | 45 ,15 | 103 0 16 ,85 | 43591,55 |
| Tjikakap | 77 8 49 ,98 | — 0 ,07 | 49 ,91 | 129 43 21 ,61 | 36985,86 |
| Nangka | 208 38 35 ,51 | + 0 ,58 | 36 ,09 | 261 13 7 ,79 | 25516,55 |
| Soerangga | 261 34 50 ,10 | — 0 ,28 | 49 ,82 | 314 9 21 ,52 | 17072,98 |

## Poetri.

E. Metzger, October und November 1867, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Dago | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,58 | 0″,58 | 283° 35′ 50″,58 | 34918,05 |
| Sangaboewana I | 188 5 16 ,16 | — 1 ,05 | 15 ,11 | 111 41 5 ,11 | 39152,01 |
| Pangrango | 243 4 50 ,62 | — 0 ,38 | 50 ,24 | 166 40 40 ,25 | 35276,61 |
| Sangaboewana II | 335 34 29 ,77 | + 1 ,16 | 30 ,93 | 259 10 20 ,93 | 57641,97 |
| Endoet | 329 46 26 ,17 | — 0 ,12 | 26 ,05 | 253 22 16 ,04 | 61222,97 |

### Telaga.

E. Metzger, Mai 1869 und April 1873, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Bitoeng | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,88 | — 0″,88 | 150° 25′ 49″,23 | 33919,85 |
| Patat | 82 8 56 ,60 | + 0 ,55 | 57 ,15 | 232 32 47 ,26 | 32402,53 |
| Soerangga | 107 58 15 ,73 | + 1 ,20 | 16 ,93 | 258 22 7 ,04 | 38773,80 |
| Sangaboewana II | 152 39 19 ,59 | + 0 ,68 | 20 ,27 | 303 3 10 ,39 | 65499,82 |
| Pangrango | 214 38 22 ,94 | + 0 ,28 | 23 ,22 | 5 2 13 ,54 | 51065,26 |
| Sangaboewana I | 240 58 29 ,80 | — 0 ,19 | 29 ,61 | 31 22 19 ,73 | 59505,64 |
| Patoeha | 313 5 14 ,17 | — 1 ,61 | 12 ,56 | 103 29 2 ,68 | 52067,19 |

### Pangrango.

E. Metzger, November 1867, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Sangaboewana I | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,32 | 0″,32 | 54° 53′ 9″,65 | 34534,70 |
| Boerangrang | 35 30 29 ,93 | — 2 ,05 | 27 ,88 | 90 23 37 ,21 | 65281,00 |
| Patoeha | 77 4 40 ,44 | — 0 ,36 | 40 ,08 | 131 57 49 ,41 | 64428,76 |
| Telaga | 130 8 53 ,02 | + 0 ,30 | 53 ,32 | 185 2 2 ,65 | 51065,26 |
| Sangaboewana II | 219 51 16 ,73 | + 0 ,34 | 17 ,07 | 274 44 26 ,40 | 57824,93 |
| Endoet | 229 13 43 ,78 | + 1 ,04 | 44 ,82 | 284 6 54 ,13 | 68873,08 |
| Dago | 260 25 20 ,63 | + 0 ,15 | 20 ,78 | 315 18 30 ,12 | 59825,21 |
| Poetri | 291 47 0 ,14 | + 0 ,25 | 0 ,39 | 346 40 9 ,73 | 35276,61 |

### Tjikakap.

E. Metzger, April 1869, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Bitoeng | 0° 0′ 0″,00 | — 1″,52 | — 1″,52 | 45° 22′ 55″,39 | 19695,73 |
| Tjiboentoe | 48 31 46 ,99 | + 0 ,04 | 47 ,03 | 93 54 43 ,74 | 34055,23 |
| Patat | 264 18 25 ,16 | + 1 ,28 | 26 ,44 | 309 41 23 ,13 | 36985,86 |

### Bitoeng.

E. Metzger, Mai 1869, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Tjiboentoe | 0° 0′ 0″,00 | — 2″,22 | — 2″,22 | 129° 0′ 13″,85 | 25660,70 |
| Tjikakap | 96 21 40 ,67 | — 0 ,05 | 40 ,62 | 225 21 56 ,67 | 19695,73 |
| Patat | 153 57 4 ,74 | + 0 ,73 | 5 ,47 | 282 57 21 ,52 | 43591,53 |
| Telaga | 201 22 23 ,83 | + 1 ,02 | 24 ,85 | 330 22 40 ,91 | 33919,85 |
| Patoeha | 293 51 18 ,90 | + 0 ,50 | 19 ,40 | 62 51 35 ,46 | 38061,04 |

## Sangaboewana I.

E. Metzger, October 1868 und Mai und Juni 1873, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Poetri | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,30 | 0″,30 | 291° 58′ 50″,49 | 59152,01 |
| Boerangrang | 187 4 10 ,57 | + 0 ,37 | 10 ,94 | 118 45 1 ,13 | 42255,17 |
| Patoeha | 250 58 43 ,53 | + 0 ,15 | 43 ,68 | 162 57 35 ,88 | 65943,24 |
| Telaga | 279 41 30 ,17 | — 0 ,41 | 29 ,76 | 211 20 19 ,95 | 59505,64 |
| Pangrango | 303 12 32 ,89 | — 0 ,42 | 32 ,47 | 234 51 22 ,66 | 34554,70 |

## Tjiboentoe.

E. Metzger, April 1869, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Bitoeng | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,39 | 0″,39 | 308° 58′ 50″,17 | 25660,70 |
| Patoeha | 73 33 60 ,94 | — 1 ,21 | 59 ,73 | 22 32 49 ,51 | 36291,85 |
| Tjikoerai | 127 35 19 ,69 | — 0 ,40 | 19 ,29 | 76 34 9 ,07 | 66655,49 |
| Pogor II | 166 3 25 ,53 | — 0 ,39 | 25 ,14 | 115 2 12 ,92 | 52551,48 |
| Tjikakap | 324 53 28 ,71 | + 1 ,59 | 30 ,30 | 273 52 20 ,08 | 34035,25 |

## Patoeha.

E. Metzger, November 1868 und Juni 1869, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Sangaboewana I | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,50 | 0″,50 | 342° 56′ 17″,04 | 65943,24 |
| Boerangrang | 39 30 52 ,08 | — 0 ,93 | 51 ,15 | 22 7 7 ,69 | 46035,56 |
| Tampomas II | 72 13 16 ,20 | — 0 ,14 | 16 ,06 | 54 49 32 ,60 | 76023,68 |
| Tjikoerai | 126 53 44 ,16 | — 1 ,70 | 42 ,46 | 109 29 58 ,99 | 53999,55 |
| Tjiboentoe | 219 53 34 ,11 | + 1 ,14 | 35 ,25 | 202 31 51 ,78 | 36291,85 |
| Bitoeng | 260 12 59 ,35 | + 0 ,46 | 59 ,81 | 242 49 16 ,34 | 38061,04 |
| Telaga | 300 49 21 ,94 | + 0 ,05 | 21 ,99 | 285 25 38 ,53 | 52067,19 |
| Pangrango | 329 18 22 ,85 | + 0 ,66 | 23 ,51 | 311 54 40 ,05 | 64428,76 |

## Boerangrang.

E. Metzger, November 1868 und Juni 1869, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Patoeha | 0° 0 0″,00 | — 0″,01 | — 0″,01 | 202° 5′ 59″,21 | 46035,56 |
| Pangrango | 68 13 26 ,96 | + 0 ,32 | 27 ,28 | 270 19 26 ,50 | 65281,00 |
| Sangaboewana I | 96 34 42 ,75 | — 1 ,22 | 41 ,53 | 298 40 40 ,73 | 42255,17 |
| Tampomas II | 246 24 48 ,23 | + 0 ,42 | 48 ,65 | 88 30 47 ,87 | 44822,77 |
| Tjikoerai | 308 55 31 ,42 | + 0 ,50 | 31 ,92 | 151 1 34 ,15 | 69559,55 |

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|

## Pogor II.

E. Metzger, December 1870 und Januari 1871, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Pogor III | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,38 | 0″,38 | 64° 37′ 57″,76 | 21272,73 |
| Tjiboentoe | 230 20 51 ,57 | — 0 ,55 | 51 ,02 | 294 58 48 ,40 | 52551,48 |
| Tjikoerai | 319 49 30 ,38 | + 0 ,17 | 30 ,55 | 24 27 27 ,94 | 41453,44 |

## Tjikoerai.

E. Metzger, November 1870, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Tampomas II | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,07 | — 0″,07 | 10° 14′ 52″,67 | 62832,52 |
| Kromon | 31 21 24 ,36 | — 1 ,11 | 23 ,25 | 41 36 15 ,99 | 86800,94 |
| Tjerimai IV | 41 36 51 ,56 | + 0 ,03 | 51 ,59 | 51 51 44 ,33 | 76863,98 |
| Sawal | 61 50 18 ,67 | — 0 ,45 | 18 ,22 | 72 5 10 ,96 | 47811,36 |
| Bongkok | 99 19 34 ,91 | + 0 ,84 | 35 ,75 | 109 34 28 ,49 | 55562,36 |
| Pogor III | 165 37 0 ,81 | — 0 ,32 | 0 ,49 | 175 51 53 ,23 | 28693,96 |
| Pogor II | 194 11 22 ,75 | — 0 ,54 | 22 ,21 | 204 26 14 ,96 | 41453,44 |
| Tjiboentoe | 246 14 45 ,33 | — 0 ,94 | 44 ,39 | 256 29 37 ,13 | 66635,49 |
| Patoeha | 279 11 36 ,06 | + 0 ,97 | 37 ,03 | 289 26 29 ,77 | 53999,55 |
| Boerangrang | 320 44 22 ,38 | + 1 ,61 | 23 ,99 | 330 59 16 ,73 | 69339,53 |

## Pogor III.

E. Metzger, December 1870, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Pogor II | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,37 | — 0″,37 | 244° 36′ 34″,57 | 21272,73 |
| Tjikoerai | 111 15 8 ,98 | + 0 ,55 | 9 ,53 | 355 51 44 ,47 | 28693,96 |
| Bongkok | 194 8 9 ,94 | — 0 ,19 | 9 ,75 | 78 44 44 ,69 | 51267,46 |

## Tampomas II.

E. Metzger, Juni und Juli 1869, Gr. P. M. II.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Boerangrang | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,38 | — 0″,38 | 268° 27′ 55″,86 | 44822,77 |
| Kromon | 177 44 1 ,39 | — 0 ,78 | 0 ,61 | 86 11 56 ,85 | 46556,95 |
| Tjerimai IV | 197 46 12 ,03 | + 0 ,06 | 12 ,09 | 106 14 8 ,52 | 51526,90 |
| Sawal | 235 27 34 ,64 | + 0 ,20 | 34 ,84 | 143 55 31 ,07 | 58293,72 |
| Tjikoerai | 281 46 11 ,43 | + 0 ,36 | 11 ,79 | 190 14 8 ,03 | 62832,52 |
| Patoeha | 326 17 30 ,54 | + 0 ,51 | 31 ,05 | 234 45 27 ,29 | 76025,68 |

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| **Sawal.** | | | | | |
| E. Metzger, Juni und Juli 1870, Gross P. M. II. | | | | | |
| Tjikoerai | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,78 | 0″,78 | 252° 2′ 3″,65 | 47811,56 |
| Tampomas II | 71 51 12 ,51 | — 0 ,22 | 12 ,29 | 323 53 15 ,16 | 58293,72 |
| Tjerimai IV | 152 27 38 ,53 | + 0 ,57 | 39 ,10 | 24 29 41 ,97 | 36016,40 |
| Slamat III | 201 19 59 ,99 | — 1 ,04 | 58 ,95 | 93 22 1 ,82 | 104435,14 |
| Bongkok | 276 17 1 ,48 | — 0 ,08 | 1 ,40 | 168 19 4 ,28 | 34019,27 |
| **Bongkok.** | | | | | |
| E. Metzger, August 1870, Gross P. M. II. | | | | | |
| Tjikoerai | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,40 | — 0″,40 | 289° 30′ 48″,34 | 33362,36 |
| Sawal | 58 47 46 ,81 | + 0 ,02 | 46 ,83 | 348 18 33 ,57 | 34019,27 |
| Tjerimai IV | 77 25 7 ,93 | — 0 ,19 | 7 ,74 | 6 55 56 ,48 | 66577,18 |
| Slamat III | 144 53 10 ,04 | + 0 ,56 | 10 ,60 | 74 23 59 ,34 | 101107,70 |
| Tjemiring | 182 55 48 ,14 | + 0 ,41 | 48 ,55 | 112 26 37 ,28 | 84542,90 |
| Pogor III | 329 10 21 ,20 | — 0 ,37 | 20 ,83 | 258 41 9 ,57 | 51267,46 |
| **Kromon.** * | | | | | |
| E. Metzger, Mai 1870, Gross P. M. II. | | | | | |
| Losari | 0° 0′ 0″,00 | — 1″,48 | — 1″,48 | 104° 18′ 5″,20 | 48791,25 |
| Kedaka | 54 51 6 ,73 | — 0 ,55 | 6 ,18 | 158 49 12 ,86 | 57489,49 |
| Tjerimai IV | 66 26 58 ,40 | + 0 ,25 | 58 ,65 | 170 44 45 ,33 | 17665,91 |
| *Tjikoerai* | ............ | berechnet | ............ | 221 32 26 ,50 | 86800,94 |
| Tampomas II | 161 50 50 ,85 | + 1 ,52 | 52 ,37 | 266 8 59 ,05 | 46556,95 |
| Cheribon II | 340 24 5 ,52 | + 0 ,24 | 5 ,76 | 84 42 12 ,44 | 19465,65 |
| **Tjerimai IV.** * | | | | | |
| E. Metzger, Mai und Juni 1870, Gross P. M. II. | | | | | |
| Losari | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,06 | 0″,06 | 83° 5′ 35″,07 | 44765,18 |
| Slamat III | 30 25 25 ,27 | + 0 ,34 | 25 ,61 | 113 30 56 ,62 | 97446,71 |
| Kedaka | 43 19 42 ,25 | + 0 ,08 | 42 ,33 | 126 25 15 ,34 | 43511,97 |
| Tjemiring | 61 25 12 ,05 | — 0 ,55 | 11 ,50 | 144 30 44 ,51 | 120790,50 |
| Bongkok | 103 49 49 ,53 | + 1 ,17 | 50 ,70 | 186 55 23 ,71 | 66577,18 |
| Sawal | 121 25 9 ,25 | + 0 ,10 | 9 ,35 | 204 28 42 ,34 | 36016,40 |
| Tjikoerai | 148 42 9 ,43 | — 1 ,81 | 7 ,62 | 231 47 40 ,65 | 76865,98 |
| Tampomas II | 203 5 23 ,36 | + 1 ,08 | 24 ,44 | 286 10 57 ,45 | 51326,90 |
| Kromon | 267 39 1 ,73 | — 0 ,39 | 1 ,34 | 350 44 34 ,35 | 17665,91 |
| Cheribon II | 317 36 21 ,22 | — 0 ,07 | 21 ,15 | 40 41 54 ,16 | 25566,57 |

* Von den hier angegebenen gemessenen Richtungen sind Losari, Kedaka und Cheribon II nicht bei der Ausgleichung des Hauptnetzes benutzt worden, sondern bei dem Anschluss der Messungen in den Residentschaften Pekalongan, Tagal, und einem Theile der Residentschaft Cheribon, über welchen nachher die Rede sein wird.

### Tjemiring.

C. Woldringh, Februar und März 1874, P. M. III.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Ardjoeno | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,18 | — 0″,18 | 81° 14′ 30″,85 | 44988,02 |
| Bongkok | 211 6 27 ,25 | + 0 ,05 | 27 ,30 | 292 20 58 ,33 | 84542,90 |
| *Tjerimai IV* | berechnet | | | 324 25 52 ,17 | 120790,30 |
| Slamat III | 296 35 35 ,41 | + 0 ,14 | 35 ,55 | 17 50 24 ,58 | 62500,94 |

### Slamat III.

C. Woldringh, Januar und Februar 1874, P. M. III.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Tjemiring | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,15 | — 0″,15 | 197° 49′ 2″,96 | 62500,94 |
| Bongkok | 56 28 9 ,95 | — 0 ,85 | 9 ,10 | 254 17 12 ,21 | 101107,70 |
| *Sawal* | berechnet | | | 273 14 54 ,73 | 104455,14 |
| Tjerimai IV | 95 35 54 ,65 | + 0 ,37 | 55 ,02 | 293 24 58 ,13 | 97446,71 |
| Prahoe | 247 37 21 ,06 | + 0 ,12 | 21 ,18 | 85 26 24 ,29 | 78274,73 |
| Kembang | 282 25 30 ,82 | + 0 ,40 | 31 ,22 | 120 14 34 ,33 | 77562,52 |
| Ardjoeno | 316 28 39 ,69 | + 0 ,06 | 39 ,75 | 154 17 42 ,86 | 58415,57 |

### Ardjoeno.

W. G. Teunissen, Februar 1875, P. M. IV.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Tjemiring | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,29 | 0″,29 | 261° 11′ 15″,13 | 44988,02 |
| Slamat III | 73 4 40 ,32 | + 0 ,02 | 40 ,34 | 334 15 55 ,18 | 58415,57 |
| Kembang | 170 44 47 ,48 | — 0 ,32 | 47 ,16 | 71 56 2 ,00 | 45822,24 |

### Kembang.

W. G. Teunissen, März und April 1875, P. M. IV.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Gepak | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,54 | 0″,54 | 122° 38′ 51″,65 | 36543,61 |
| Ardjoeno | 129 14 9 ,63 | + 0 ,11 | 9 ,74 | 251 53 0 ,85 | 45822,24 |
| Slamat III | 177 31 1 ,09 | — 0 ,23 | 0 ,86 | 300 9 51 ,97 | 77562,52 |
| Prahoe | 250 57 8 ,80 | + 0 ,03 | 8 ,83 | 13 35 59 ,95 | 46609,15 |
| Merbaboe | 313 59 56 ,96 | — 0 ,43 | 56 ,53 | 76 38 47 ,64 | 70295,82 |

### Prahoe.

W. G. Teunissen, Mai und Juni 1875, P. M. IV.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Kembang | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,90 | 0″,90 | 193° 35′ 13″,99 | 46609,15 |
| Slamat III | 71 45 51 ,40 | + 0 ,35 | 51 ,75 | 265 21 4 ,82 | 78274,73 |
| Tembok | 222 9 54 ,27 | — 0 ,49 | 53 ,78 | 55 45 6 ,87 | 42088,07 |
| Semarang | 231 33 18 ,45 | — 0 ,52 | 17 ,93 | 65 8 31 ,01 | 59864,93 |
| Oengaran | 256 27 42 ,31 | — 0 ,15 | 42 ,16 | 90 2 55 ,24 | 46619,07 |
| Merbaboe | 283 14 35 ,61 | — 0 ,16 | 35 ,45 | 116 49 48 ,54 | 64369,75 |
| Gepak | 329 27 14 ,64 | + 0 ,12 | 14 ,76 | 163 2 27 ,85 | 67967,39 |

### Gepak.

W. G. Teunissen, December 1875 und Januar 1876, Gross P. M. I.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Kembang | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,57 | 0″,57 | 302° 56′ 57″,55 | 56545,61 |
| Prahoe | 40 24 26 ,78 | — 0 ,15 | 26 ,63 | 343 1 5 ,59 | 67967,59 |
| Oengaran | 79 46 45 ,59 | — 0 ,27 | 45 ,32 | 22 23 20 ,28 | 70279,90 |
| Merbaboe | 105 39 25 ,75 | — 0 ,20 | 25 ,55 | 46 16 2 ,50 | 52036,90 |
| Nglanggran | 155 44 54 ,32 | + 0 ,26 | 54 ,58 | 98 21 31 ,55 | 49888,55 |

### Tembok.

H. T. Soeters, März und April 1872, Gross P. M. I.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Oengaran | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,71 | 0″,71 | 153° 27′ 36″,25 | 26511,22 |
| Prahoe | 82 15 11 ,87 | — 0 ,26 | 11 ,61 | 235 42 47 ,15 | 42088,07 |
| Morodemak | 270 59 8 ,88 | — 0 ,45 | 8 ,43 | 64 26 45 ,97 | 37802,26 |

### Oengaran.

H. T. Soeters, April und Mai 1872, Gross P. M. I.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Prahoe | 0° 0 0″,00 | — 0″,44 | — 0″,44 | 269° 59′ 45″,10 | 46619,97 |
| Tembok | 65 27 5 ,51 | — 0 ,40 | 5 ,11 | 333 26 48 ,65 | 26511,22 |
| Semarang | 106 56 11 ,76 | — 0 ,06 | 11 ,70 | 16 55 57 ,24 | 26554,45 |
| Morodemak | 119 4 14 ,17 | + 0 ,45 | 14 ,62 | 29 4 0 ,17 | 45797,11 |
| Banjoepahit | 176 33 49 ,42 | — 0 ,04 | 49 ,38 | 86 33 54 ,92 | 41049,50 |
| Salam | 196 10 13 ,68 | + 1 ,73 | 15 ,41 | 106 10 0 ,94 | 51403,65 |
| Merbaboe | 249 29 53 ,84 | — 1 ,28 | 52 ,56 | 159 29 58 ,10 | 50965,23 |
| Gepak | 292 21 41 ,12 | 0 ,00 | 41 ,12 | 202 21 26 ,66 | 70279,90 |

### Semarang.

H. T. Soeters, August und September 1873, Gross P. M. I.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Merbaboe | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,06 | — 0″,06 | 176° 38′ 33″,51 | 54507,71 |
| Oengaran | 20 16 50 ,24 | + 0 ,85 | 51 ,09 | 196 55 26 ,46 | 26554,45 |
| Prahoe | 68 26 18 ,49 | — 0 ,78 | 17 ,71 | 245 4 55 ,07 | 59864,95 |

| Zielpunkt. | Richtungen. | | | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | | |

### Merbaboe.

H. T. Soeters, November 1872 und Januar 1873, Gross P. M. I.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Nglanggran | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,78 | 0″,78 | 164° 44′ 12″,58 | 44795,46 |
| Gepak | 61 29 8 ,31 | + 0 ,12 | 8 ,43 | 226 13 20 ,03 | 52036,90 |
| Kembang | 91 49 45 ,40 | — 1 ,43 | 43 ,97 | 256 33 55 ,57 | 70293,82 |
| Prahoe | 132 1 37 ,76 | + 0 ,52 | 38 ,28 | 296 45 49 ,88 | 64369,75 |
| Oengaran | 174 44 40 ,49 | + 0 ,95 | 41 ,44 | 339 28 53 ,04 | 30965,23 |
| Semarang | 191 54 12 ,33 | — 1 ,63 | 10 ,70 | 356 38 22 ,50 | 54307,71 |
| Banjoepahit | 259 0 25 ,58 | + 0 ,09 | 25 ,67 | 43 44 35 ,26 | 45565,97 |
| Salam | 264 22 39 ,55 | + 0 ,56 | 40 ,11 | 69 6 51 ,71 | 41229,33 |
| Kritjian | 291 49 13 ,61 | + 0 ,02 | 13 ,63 | 96 33 25 ,23 | 43798,81 |

### Morodemak.

F. H. A. Flory, Mai 1871, Gross P. M. I.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Genoek | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,31 | — 0″,31 | 44° 44′ 1″,07 | 58712,74 |
| Gading | 61 55 11 ,44 | — 0 ,29 | 11 ,15 | 106 39 12 ,53 | 56824,03 |
| Banjoepahit | 108 44 45 ,19 | — 0 ,11 | 45 ,08 | 153 28 46 ,48 | 41974,16 |
| Oengaran | 164 18 29 ,93 | + 0 ,43 | 30 ,36 | 209 2 31 ,74 | 45797,11 |
| Tembok | 199 40 28 ,84 | + 0 ,28 | 29 ,12 | 244 24 30 ,50 | 57802,26 |

### Nglanggran.

H. T. Soeters, Februar und April 1873, Gross P. M. I.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Gepak | 0° 0′ 0″,00 | + 1″,01 | 1″,01 | 278° 17′ 52″,62 | 49888,55 |
| Merbaboe | 66 25 29 ,16 | + 0 ,38 | 29 ,54 | 344 43 21 ,15 | 44795,44 |
| Salam | 106 27 45 ,13 | — 0 ,18 | 44 ,95 | 24 45 56 ,55 | 63785,60 |
| Kritjian | 121 25 0 ,10 | + 0 ,01 | 0 ,11 | 39 40 51 ,72 | 49665,01 |
| Lawoe | 153 25 98 ,17 | + 0 ,09 | 28 ,26 | 71 45 19 ,87 | 74909,43 |
| Ratawoe | 192 4 11 ,25 | — 1 ,01 | 10 ,24 | 110 22 1 ,85 | 61867,51 |
| Gambiranom | 213 7 26 ,99 | — 0 ,29 | 26 ,70 | 131 25 18 ,31 | 53471,12 |

### Banjoepahit.

F. H. A. Flory, Juni und Juli 1871, Gross P. M. I.

H. T. Soeters, März 1877, Repsold.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Gading | 0° 0′ 0″,00 | 0″,00 | 0″,00 | 59° 11′ 21″,97 | 41555,70 |
| Salam | 94 10 40 ,64 | + 0 ,39 | 41 ,03 | 153 22 5 ,01 | 18739,37 |
| Merbaboe | 164 31 8 ,19 | + 0 ,20 | 8 ,39 | 223 42 30 ,37 | 45565,97 |
| Oengaran | 207 19 26 ,38 | — 0 ,30 | 26 ,08 | 266 30 48 ,06 | 41049,50 |
| Morodemak | 274 16 10 ,41 | — 0 ,31 | 10 ,10 | 333 27 32 ,08 | 41974,16 |

| Zielpunkt. | Richtungen. | | | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | | |

### Salam.

F. H. A. Flory, Marz 1871, Gross P. M. I.

H. T. Soeters, April 1877, Repsold.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Banjoepahit | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,55 | 0″,55 | 333° 21′ 28″,45 | 18759,57 |
| Gading | 62 16 12 ,57 | + 1 ,04 | 13 ,61 | 35 37 41 ,55 | 46822,85 |
| Segorogoenong | 105 27 39 ,34 | + 0 ,29 | 39 ,63 | 76 49 7 ,55 | 49086,02 |
| Lawoe | 154 25 17 ,25 | — 1 ,37 | 15 ,88 | 127 44 45 ,80 | 56194,96 |
| Kritjian | 192 22 58 ,89 | — 0 ,03 | 58 ,86 | 165 44 6 ,78 | 20522,59 |
| Nglanggran | 251 22 15 ,06 | — 1 ,31 | 13 ,75 | 204 45 41 ,67 | 65785,60 |
| Merbaboe | 275 42 41 ,49 | + 0 ,88 | 42 ,37 | 249 4 10 ,29 | 41229,55 |
| *Oengaran* | ............ | berechnet | ............ | 286 6 57 ,72 | 51405,65 |

### Kritjian.

J. C. A. van Asperen, October 1864, P. M. H.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Salam | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,40 | 0″,40 | 345° 43′ 45″,74 | 20522,59 |
| Segorogoenong | 68 26 17 ,65 | — 1 ,56 | 16 ,07 | 54 10 1 ,41 | 52770,27 |
| Lawoe | 124 43 2 ,75 | + 1 ,10 | 3 ,85 | 110 26 49 ,19 | 42080,60 |
| *Ratawoe* | ............ | berechnet | ............ | 156 12 46 ,27 | 65280,21 |
| Nglanggran | 233 54 47 ,92 | + 0 ,45 | 48 ,37 | 219 38 33 ,71 | 49065,01 |
| Merbaboe | 290 46 35 ,72 | — 0 ,41 | 35 ,31 | 276 30 20 ,64 | 45798,81 |

### Gambiranom.

H. T. Soeters, Juni 1875, Gross P. M. I.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Nglanggran | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,42 | 0″,42 | 311° 22′ 15″,98 | 55471,12 |
| Lawoe | 76 22 37 ,36 | — 1 ,78 | 35 ,58 | 27 44 51 ,14 | 66548,25 |
| Ratawoe | 100 51 55 ,25 | + 1 ,65 | 56 ,90 | 52 14 12 ,46 | 22651,78 |
| Sengoengloeng | 136 54 36 ,62 | — 0 ,31 | 36 ,31 | 88 16 51 ,87 | 72102,28 |

### Genoek.

F. H. A. Flory, November 1870, Gross P. M. I.

H. T. Soeters, Juli 1875, Gross P. M. I.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Gading | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,42 | 0″,42 | 167° 12′ 56″,98 | 59458,00 |
| Morodemak | 57 28 49 ,00 | + 0 ,07 | 49 ,07 | 224 41 25 ,65 | 58712,74 |
| Boetak | 315 43 50 ,82 | — 0 ,30 | 50 ,52 | 122 56 26 ,88 | 78085,18 |

| Zielpunkt. | Richtungen. | | | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | | |

### Gading.

F. H. A. Flory, October 1870 und April 1871, Gross P. M. I.

C. Woldringh, März 1875, Repsold.

H. T. Soeters, März 1877, Repsold.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung in Metern |
|---|---|---|---|---|---|
| Segorogoenong ........ | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,52 | — 0″,52 | 142° 35′ 56″,45 | 33805,50 |
| Salam ............... | 72 59 54 ,71 | — 0 ,68 | 54 ,03 | 215 55 51 ,00 | 46822,83 |
| Banjoepahit........... | 96 33 1 ,87 | + 0 ,02 | 1 ,89 | 259 8 58 ,86 | 41555,70 |
| Morodemak ........... | 143 59 41 ,67 | + 0 ,82 | 42 ,49 | 286 55 39 ,46 | 56824,03 |
| Genoek .............. | 204 33 49 ,60 | + 0 ,30 | 49 ,90 | 347 11 46 ,87 | 59458,00 |
| Boetak ............... | 290 52 37 ,05 | + 0 ,06 | 57 ,11 | 73 28 34 ,08 | 54619,10 |

### Ratawoe.

H. T. Soeters, Mai 1873, Gross P. M. I.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung in Metern |
|---|---|---|---|---|---|
| Gambiranom .......... | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,11 | — 0″,11 | 252° 12′ 50″,15 | 22631,78 |
| Nglanggran........... | 58 4 49 ,50 | + 0 ,49 | 49 ,99 | 290 17 40 ,25 | 61867,51 |
| Kritjian.............. | 103 57 60 ,97 | — 1 ,15 | 59 ,82 | 336 10 50 ,08 | 65280,21 |
| Lawoe............... | 145 58 19 ,98 | + 0 ,90 | 20 ,88 | 16 11 11 ,14 | 46900,28 |
| Sengoengloeng ........ | 229 56 44 ,27 | — 0 ,14 | 44 ,13 | 102 9 34 ,39 | 55426,53 |

### Lawoe.

H. T. Soeters, April und Mai 1874, Gross P. M. I.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung in Metern |
|---|---|---|---|---|---|
| Gambiranom .......... | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,26 | 0″,26 | 207° 42′ 32″,29 | 66548,25 |
| Nglanggran........... | 43 35 36 ,37 | — 0 ,88 | 35 ,49 | 251 58 7 ,52 | 74909,45 |
| Kritjian.............. | 82 41 27 ,86 | + 0 ,01 | 27 ,87 | 290 23 59 ,90 | 42080,60 |
| Salam ............... | 99 59 4 ,47 | — 1 ,24 | 3 ,23 | 307 41 35 ,26 | 56194,96 |
| Segorogoenong ........ | 156 27 3 ,39 | — 0 ,40 | 2 ,99 | 4 9 35 ,02 | 45716,25 |
| Pandan ............... | 226 58 10 ,88 | + 0 ,59 | 11 ,47 | 74 40 45 ,50 | 69294,92 |
| Wilis................ | 263 41 58 ,27 | + 0 ,97 | 59 ,24 | 111 24 31 ,28 | 72514,68 |
| Sengoengloeng ........ | 296 20 18 ,15 | + 0 ,64 | 18 ,79 | 144 2 50 ,82 | 70047,00 |
| Ratawoe .............. | 348 27 40 ,95 | + 0 ,03 | 40 ,98 | 196 10 13 ,01 | 46900,28 |

| Zielpunkt. | Richtungen. | | | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | | |

**Segorogoenong.**

J. C. A. van Asperen, Mai 1865, Repsold.

F. H. A. Flory, October 1870 und April 1871, Gross P. M. I.

H. T. Soeters, April 1876, Repsold.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Salam | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,05 | 0′,05 | 256° 45′ 50″,50 | 49086,02 |
| Gading | 65 48 45 ,16 | + 0 ,16 | 45 ,32 | 322 34 35 ,79 | 55805,50 |
| Boetak | 140 7 6 ,75 | + 0 ,23 | 6 ,98 | 36 52 57 ,45 | 55009,17 |
| Wonotjolo | 175 29 41 ,08 | — 0 ,90 | 40 ,18 | 70 15 30 ,64 | 52641,40 |
| Pandan | 216 28 44 ,25 | — 0 ,58 | 43 ,67 | 113 14 54 ,15 | 69128,40 |
| Lawoe | 287 25 29 ,68 | + 0 ,90 | 30 ,58 | 184 9 21 ,04 | 45716,25 |
| Kritjian | 357 21 12 ,24 | + 0 ,15 | 12 ,39 | 254 7 2 ,87 | 52770,27 |

**Boetak, (Rembang).**

H. T. Soeters, Mai 1877, Repsold.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Toenggangan | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,92 | 0″,92 | 114° 55′ 22″,08 | 51465,99 |
| Wonotjolo | 29 16 38 ,42 | + 0 ,85 | 39 ,27 | 144 12 0 ,43 | 30540,22 |
| Segorogoenong | 101 55 29 ,73 | — 0 ,15 | 29 ,58 | 216 50 50 ,74 | 55009,17 |
| Gading | 138 29 48 ,73 | — 0 ,78 | 47 ,95 | 253 25 9 ,11 | 54619,10 |
| Genoek | 187 56 59 ,75 | — 0 ,85 | 58 ,90 | 302 52 20 ,07 | 78085,18 |

**Sengoengloeng.**

H. T. Soeters, Mai und Juni 1874, Gross P. M. I.

J. A. Oudemans, Juni—Oct. 1879, Gross P. M. I.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Gambiranom | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,34 | — 0″,34 | 268° 11′ 18″,07 | 72102,27 |
| Ratawoe | 13 54 6 ,43 | + 0 ,51 | 6 ,94 | 282 5 25 ,35 | 55426,55 |
| Lawoe | 35 48 27 ,26 | + 0 ,86 | 28 ,12 | 323 59 46 ,53 | 70047,00 |
| Wilis | 132 36 13 ,67 | — 0 ,90 | 12 ,77 | 40 47 31 ,18 | 40060,79 |
| Gébang | 188 51 9 ,38 | — 0 ,12 | 9 ,26 | 97 2 27 ,67 | 65829,58 |

**Wonotjolo.**

F. H. A. Flory, Juli 1870, Gross P. M. I.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Pandan | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,10 | — 0″,10 | 162° 45′ 4″,51 | 47176,55 |
| Segorogoenong | 87 29 4 ,97 | + 0 ,71 | 5 ,68 | 250 12 10 ,09 | 52641,40 |
| Boetak | 161 27 46 ,42 | — 0 ,32 | 46 ,10 | 324 10 50 ,51 | 30540,22 |
| Toenggangan | 281 29 55 ,66 | — 0 ,29 | 55 ,37 | 84 12 57 ,78 | 29072,56 |

| Zielpunkt. | Richtungen. | | | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | | |

### Pandan.

H. T. Soeters, November 1873, Gross P. M. I.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung in Metern |
|---|---|---|---|---|---|
| Nongko | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,18 | — 0″,18 | 86° 59′ 23″,99 | 33605,92 |
| Wilis | 92 17 51 ,52 | + 0 ,27 | 51 ,79 | 179 17 15 ,96 | 44707,91 |
| Lawoe | 167 36 33 ,38 | — 0 ,29 | 33 ,09 | 254 35 57 ,26 | 69294,92 |
| Segorogoenong | 206 10 45 ,09 | + 0 ,24 | 45 ,33 | 293 10 9 ,50 | 69128,40 |
| Wonotjolo | 255 42 42 ,28 | + 0 ,11 | 42 ,39 | 342 42 6 ,56 | 47176,35 |
| Toenggangan | 290 15 28 ,08 | — 0 ,16 | 27 ,92 | 17 14 52 ,09 | 50259,70 |

### Wilis.

H. T. Soeters, April und Mai 1874, Gross P. M. I.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung in Metern |
|---|---|---|---|---|---|
| Boetak, (Kediri) | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,82 | — 0″,82 | 97° 49′ 5″,51 | 73505,76 |
| Gèbang | 36 35 4 ,51 | + 0 ,62 | 5 ,13 | 134 24 11 ,46 | 54845,11 |
| Sengoengloeng | 122 56 25 ,20 | + 0 ,68 | 25 ,88 | 220 45 32 ,21 | 40060,79 |
| Lawoe | 193 30 29 ,03 | — 0 ,36 | 28 ,67 | 291 19 34 ,99 | 72314,68 |
| Pandan | 261 28 7 ,70 | — 0 ,46 | 7 ,24 | 359 17 13 ,56 | 44707,91 |
| Nongko | 297 33 53 ,52 | + 0 ,32 | 53 ,84 | 35 23 0 ,17 | 56996,57 |

### Toenggangan.

F. H. A. Flory, April 1868, März—Mai 1870, Gross P. M. I.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung in Metern |
|---|---|---|---|---|---|
| Patjakaran | 0° 0′ 0″,00 | — 1″,50 | — 1″,50 | 64° 58′ 25″,08 | 52486,14 |
| Watoetjèleng | 53 52 28 ,97 | — 0 ,70 | 28 ,27 | 118 50 54 ,85 | 48333,35 |
| Nongko | 93 1 5 ,30 | + 0 ,47 | 5 ,77 | 157 59 32 ,35 | 49841,73 |
| Pandan | 132 15 24 ,18 | + 0 ,11 | 24 ,29 | 197 13 50 ,87 | 50259,70 |
| Wonotjolo | 199 12 34 ,87 | + 0 ,79 | 35 ,66 | 264 11 2 ,24 | 29072,56 |
| Boetak, (Rembang) | 229 53 51 ,14 | + 0 ,85 | 51 ,99 | 294 52 18 ,57 | 51465,99 |

### Nongko.

F. H. A. Flory, Mai und September 1868, Juni und Juli 1870, Gross P. M. I.

H. T. Soeters, Februar und März 1874, Gross P. M. I.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung in Metern |
|---|---|---|---|---|---|
| Toenggangan | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,55 | — 0″,55 | 337° 58′ 15″,61 | 49841,73 |
| Watoetjèleng | 67 48 37 ,17 | — 1 ,41 | 35 ,76 | 45 46 51 ,92 | 33186,54 |
| Penanggoengan | 130 21 39 ,70 | — 0 ,86 | 38 ,84 | 108 19 55 ,00 | 59986,10 |
| Ardjoeno | 145 16 14 ,76 | + 1 ,80 | 16 ,56 | 123 14 32 ,72 | 64457,07 |
| Boetak, (Kediri) | 166 47 51 ,50 | — 0 ,10 | 51 ,40 | 144 46 7 ,56 | 69094,73 |
| Wilis | 257 22 19 ,90 | + 0 ,68 | 20 ,58 | 235 20 36 ,74 | 56996,57 |
| Pandan | 288 58 45 ,36 | + 0 ,47 | 45 ,83 | 266 57 1 ,99 | 33605,92 |

| Zielpunkt. | Richtungen. | | | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | | |

### Gébang.

J. A. Oudemans, November und December 1879, Gross P. M. 1.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung in Metern |
|---|---|---|---|---|---|
| Wilis | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,04 | — 0″,04 | 314° 21′ 12″,40 | 54845,11 |
| Boetak | 95 26 56 ,18 | — 0 ,52 | 55 ,66 | 49 48 8 ,10 | 44008,75 |
| Slamat | 154 0 15 ,42 | — 0 ,05 | 15 ,37 | 88 21 25 ,81 | 41988,80 |
| Sengoengloeng | 322 36 11 ,00 | + 0 ,61 | 11 ,61 | 276 57 24 ,04 | 65829,58 |

### Patjakaran.

F. H. A. Flory, Juli 1868 und März 1870, Gross P. M. 1.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung in Metern |
|---|---|---|---|---|---|
| Dradjat | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,54 | — 0″,54 | 88° 39′ 30″,09 | 22028,58 |
| Watoetjèleng | 71 48 49 ,94 | — 1 ,15 | 48 ,79 | 160 28 19 ,42 | 39055,64 |
| Toenggangan | 156 16 56 ,48 | + 1 ,68 | 58 ,16 | 244 56 28 ,79 | 32486,14 |

### Watoetjèleng.

F. H. A. Flory, April und Juni 1868, Gross P. M. 1.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung in Metern |
|---|---|---|---|---|---|
| Toenggangan | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,49 | — 0″,49 | 298° 28′ 2″,95 | 48533,53 |
| Patjakaran | 41 59 25 ,27 | + 0 ,33 | 25 ,60 | 340 27 27 ,04 | 39055,64 |
| Dradjat | 75 1 58 ,84 | — 0 ,26 | 58 ,58 | 13 29 42 ,02 | 38586,90 |
| Banjoelegi, (Pyramide) | 95 0 51 ,53 | — 1 ,52 | 50 ,01 | 31 28 53 ,45 | 41365,41 |
| Petoekangan, (Pyramide) | 140 52 27 ,60 | + 0 ,77 | 28 ,37 | 79 20 51 ,81 | 36028,06 |
| Penanggoengan | 205 13 17 ,16 | + 0 ,79 | 17 ,95 | 141 41 21 ,59 | 33519,65 |
| Nongko | 287 17 9 ,06 | + 0 ,35 | 9 ,41 | 225 45 12 ,85 | 35186,54 |

### Dradjat.

F. H. A. Flory, Juli 1868, Gross P. M. 1.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung in Metern |
|---|---|---|---|---|---|
| Petoekangan, (Pyramide) | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,87 | — 0″,87 | 159° 12′ 38″,98 | 40494,29 |
| Watoetjèleng | 54 16 26 ,40 | — 0 ,14 | 26 ,26 | 195 29 6 ,11 | 38586,90 |
| Patjakaran | 129 25 22 ,75 | + 1 ,28 | 24 ,03 | 268 38 3 ,88 | 22028,58 |
| Banjoelegi, (Pyramide) | 319 59 21 ,62 | — 0 ,25 | 21 ,37 | 99 12 1 ,22 | 12809,07 |

| Zielpunkt. | Richtungen. | | | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | | |

### Boetak, (Kediri).

H. T. Soeters, März und April 1874, Gross P. M. I.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Wilis | 0° 0' 0",00 | — 0",11 | — 0",11 | 277° 43' 38",19 | 73505,76 |
| Nongko | 46 59 35 ,70 | — 0 ,85 | 34 ,85 | 324 43 13 ,15 | 69094,73 |
| Slamat | 245 9 3 ,22 | + 1 ,01 | 4 ,23 | 162 52 42 ,53 | 28435,24 |
| Gébang | 312 1 33 ,44 | — 0 ,04 | 33 ,40 | 229 45 33 ,70 | 44008,73 |

J. L. van Isselmuden, März 1871, P. M. IV.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Nongko | 0° 0' 0",00 | + 0",18 | 0",18 | 324° 43' 13",15 | 69094,73 |
| Ardjoeno | 68 53 4 ,03 | + 1 ,81 | 5 ,84 | 33 36 18 ,81 | 25335,07 |
| Ronggo | 148 57 17 ,33 | — 2 ,00 | 15 ,33 | 113 20 28 ,30 | 29297,13 |

### Banjoelegi, (Pyramide).

F. H. A. Flory, April und Juli 1868 und April 1869, Gross P. M. I.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Petoekangan, (Pyramide) | 0° 0' 0",00 | + 0",22 | 0",22 | 154° 13' 14",66 | 31769,42 |
| Watoetjéleng | 57 14 11 ,27 | + 1 ,03 | 12 ,30 | 211 27 26 ,73 | 41563,41 |
| Dradjat | 124 57 57 ,37 | — 0 ,14 | 57 ,23 | 279 11 11 ,67 | 12809,07 |
| Bangsri | 297 27 11 ,72 | — 0 ,83 | 10 ,89 | 91 40 25 ,33 | 50145,10 |
| Seléret | 320 33 56 ,88 | — 0 ,26 | 56 ,62 | 114 47 11 ,06 | 52164,64 |

### Slamat.

J. A. Oudemans, Januar 1880, Gross P. M. I.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Ronggo | 0° 0' 0",00 | — 0",15 | — 0",15 | 49° 54' 32",40 | 24207,66 |
| Sméroe, (Pyramide) | 26 18 31 ,47 | + 0 ,42 | 31 ,89 | 76 13 4 ,44 | 43200,75 |
| Gébang | 218 23 36 ,87 | + 0 ,59 | 37 ,46 | 268 18 10 ,01 | 41988,80 |
| Boetak | 292 57 32 ,37 | — 0 ,85 | 31 ,52 | 342 52 4 ,06 | 28435,24 |

### Ardjoeno.

J. C. A. van Asperen, Juni 1868, Repsold.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Boetak | 0° 0' 0",00 | — 0",66 | — 0",66 | 213° 35' 16",17 | 25335,07 |
| Nongko | 89 55 25 ,51 | — 0 ,50 | 25 ,01 | 303 10 39 ,84 | 64457,07 |
| Penanggoengan | 156 46 54 ,47 | + 0 ,66 | 55 ,13 | 10 22 11 ,96 | 16743,99 |
| Pasoeroean | 215 21 3 ,10 | — 0 ,04 | 3 ,06 | 66 56 19 ,90 | 38748,29 |
| Argowoelan | 256 23 37 ,51 | + 1 ,95 | 39 ,46 | 109 58 56 ,30 | 44078,32 |
| Ketjiri | 268 58 20 ,70 | — 1 ,29 | 19 ,41 | 122 33 56 ,25 | 37330,72 |
| Ronggo | 304 53 43 ,72 | — 0 ,11 | 43 ,61 | 158 31 0 ,45 | 33162,41 |

## Penanggoengan.

F. H. A. Flory, August 1868 und December 1869, Gross P. M. I.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Pasoeroean | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,10 | — 0″,10 | 92° 15′ 48″,55 | 52665,55 |
| Ardjoeno | 98 6 9 ,45 | + 0 ,72 | 10 ,15 | 190 21 58 ,80 | 16745,99 |
| Nongko | 196 0 5 ,05 | — 0 ,18 | 2 ,85 | 288 15 51 ,51 | 59986,10 |
| Watoetjèleng | 229 25 12 ,51 | + 0 ,51 | 12 ,82 | 321 39 1 ,47 | 55519,65 |
| Petoekangan, (Pyramide). | 270 19 15 ,09 | — 0 ,47 | 12 ,62 | 2 55 1 ,27 | 48708,65 |
| Seléret | 300 55 54 ,54 | — 0 ,29 | 54 ,05 | 52 49 22 ,70 | 65929,82 |

## Petoekangan, (Pyramide).

F. H. A. Flory, Juni 1869, Gross P. M. I.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Watoetjèleng | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,75 | — 0″,75 | 259° 18′ 7″,04 | 56028,06 |
| Dradjat | 59 52 46 ,24 | — 0 ,69 | 45 ,55 | 319 10 55 ,54 | 40494,29 |
| Banjoelegi, (Pyramide) | 74 54 11 ,55 | + 0 ,09 | 11 ,62 | 334 12 19 ,41 | 51769,42 |
| Bangsri | 155 54 4 ,72 | + 0 ,57 | 5 ,29 | 55 12 15 ,07 | 45551,28 |
| Seléret | 179 19 26 ,29 | + 0 ,75 | 27 ,02 | 78 57 54 ,80 | 54212,58 |
| Penanggoengan | 285 16 44 ,19 | + 0 ,07 | 44 ,26 | 182 54 52 ,06 | 48708,65 |

## Ronggo.

J. C. A. van Asperen, Mai 1868, Repsold.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Boetak | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,96 | 0″,96 | 295° 18′ 25″,89 | 29297,15 |
| Ardjoeno | 45 11 57 ,88 | — 0 ,28 | 57 ,60 | 358 50 2 ,54 | 55162,41 |
| Ketjiri | 122 31 44 ,55 | — 0 ,67 | 45 ,88 | 55 50 8 ,82 | 22478,21 |
| Smèroe, (Pyramide) | 169 24 24 ,27 | + 0 ,05 | 24 ,52 | 102 42 49 ,26 | 24028,87 |
| Slamat | 296 54 41 ,97 | — 0 ,07 | 41 ,90 | 229 55 6 ,84 | 24207,66 |

## Ketjiri.

J. L. van Isselmuden, Juni 1868, P. M. IV.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Argowoelan | 0° 0′ 0″,00 | — 1″,56 | — 1″,56 | 65° 5′ 27″,52 | 11148,10 |
| Smèroe, (Pyramide) | 101 45 45 ,67 | — 0 ,75 | 42 ,94 | 164 51 12 ,02 | 18555,78 |
| Ronggo | 172 45 15 ,80 | — 0 ,62 | 15 ,18 | 255 48 44 ,26 | 22478,21 |
| Ardjoeno | 239 25 45 ,85 | + 0 ,82 | 46 ,67 | 302 51 15 ,75 | 37550,72 |
| Pasoeroean | 303 56 46 ,61 | + 2 ,08 | 48 ,69 | 6 42 17 ,77 | 55525,56 |

## Pasoeroean.

F. H. A. Flory, November 1868, Gross P. M. I.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Ardjoeno | 0° 0′ 0″,00 | + 2″,08 | 2″,08 | 246° 55′ 44″,11 | 58748,29 |
| Penanggoengan | 25 19 45 ,94 | — 0 ,67 | 45 ,27 | 272 15 27 ,50 | 52665,55 |
| Seléret | 116 11 45 ,15 | — 1 ,41 | 45, 74 | 5 5 25 ,77 | 56778,51 |

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| **J. L. van Isselmuden, Mai 1868 und März 1869, P. M. IV.** | | | | | |
| Ardjoeno | 0° 0′ 0″,00 | + 2″,28 | 2″,28 | 246° 53′ 44″,11 | 38748,29 |
| Semonkron | 229 16 43 ,63 | — 0 ,01 | 43 ,62 | 116 10 25 ,45 | 13022,53 |
| Argowoelan | 282 15 13 ,74 | — 0 ,18 | 13 ,56 | 169 8 55 ,39 | 30786,99 |
| Ketjiri | 299 48 19 ,68 | — 2 ,08 | 17 ,60 | 186 41 59 ,43 | 35525,36 |
| ***Smèroe, (Pyramide).*** | | | | | |
| *Argowoelan* | ............ | berechnet | ............ | 12° 30′ 14″,25 | 23512,82 |
| *Pakem* | ............ | « | ............ | 65 7 21 ,98 | 39926,79 |
| *Bèsèk* | ............ | « | ............ | 107 54 5 ,50 | 60265,92 |
| *Slamat* | ............ | « | ............ | 256 9 50 ,02 | 43200,75 |
| *Ronggo* | ............ | « | ............ | 282 41 1 ,58 | 24028,87 |
| *Ketjiri* | ............ | « | ............ | 344 50 49 ,90 | 18553,78 |
| **Seléret.** | | | | | |
| **F. H. A. Flory, Mai 1869, Gross P. M. I.** | | | | | |
| Bangsri | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,64 | 0″,64 | 7° 39′ 50″,30 | 20590,94 |
| Rantja | 60 50 6 ,55 | + 0 ,34 | 6 ,89 | 68 29 56 ,55 | 42654,92 |
| Madoe | 95 39 15 ,66 | + 0 ,31 | 15 ,97 | 103 19 5 ,63 | 38025,00 |
| Pasoeroean | 175 25 23 ,43 | — 0 ,12 | 23 ,31 | 183 5 12 ,97 | 56778,51 |
| Penanggoengan | 205 7 3 ,60 | + 0 ,13 | 3 ,73 | 212 46 53 ,39 | 65929,82 |
| Petoekangan, (Pyramide) | 250 55 29 ,66 | — 0 ,49 | 29 ,17 | 258 35 18 ,83 | 34212,38 |
| Banjoelegi, (Pyramide) | 287 4 13 ,69 | — 0 ,83 | 12 ,86 | 294 44 2 ,52 | 52164,64 |
| **Bangsri.** | | | | | |
| **F. H. A. Flory, Juni 1869, Gross P. M. I.** | | | | | |
| Rantja | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,95 | — 0″,95 | 97° 22′ 26″,85 | 37250,09 |
| Seléret | 90 17 11 ,65 | — 0 ,08 | 11 ,57 | 187 39 59 ,56 | 20590,94 |
| Petoekangan, (Pyramide) | 135 47 20 ,43 | — 0 ,37 | 20 ,06 | 233 9 47 ,86 | 45331,28 |
| Banjoelegi, (Pyramide) | 174 14 39 ,30 | + 1 ,38 | 40 ,68 | 271 37 8 ,48 | 50145,10 |
| **Argowoelan.** | | | | | |
| **J. C. A. van Asperen, März 1869, Repsold.** | | | | | |
| Pasoeroean | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,59 | — 0″,59 | 349° 8′ 29″,83 | 30786,99 |
| Semonkron | 24 22 31 ,71 | — 0 ,27 | 31 ,44 | 13 31 1 ,86 | 25190,91 |
| Pakem | 112 2 31 ,10 | + 0 ,45 | 31 ,55 | 101 11 1 ,97 | 31754,65 |
| Smèroe, (Pyramide) | 203 21 20 ,50 | + 0 ,17 | 20 ,67 | 192 29 51 ,09 | 23512,82 |
| Ketjiri | 253 56 12 ,11 | + 0 ,24 | 12 ,35 | 243 4 42 ,77 | 11148,10 |
| *Ardjoeno* | ............ | berechnet | ............ | 289 55 51 ,97 | 44078,32 |

| Zielpunkt. | Richtungen. | | | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | | |
| **Semonkron.** | | | | | |
| *J. C. A. van Asperen, Mai 1869, Repsold.* | | | | | |
| Poelo Ketapang ....... | 0° 0′ 0″,00 | − 0″,15 | − 0″,15 | 90° 24′ 29″,85 | 25125,68 |
| Pakem .............. | 50 6 25 ,20 | + 0 ,16 | 25 ,36 | 140 30 55 ,34 | 39706,07 |
| *J. L. van Isselmuden, März und April 1869, P. M. IV.* | | | | | |
| Poelo Ketapang ....... | 0° 0′ 0″,00 | − 0″,72 | − 0″,72 | 90° 24′ 29″,85 | 25125,68 |
| Argowoelan .......... | 105 6 5 ,69 | − 0 ,42 | 5 ,27 | 195 30 35 ,82 | 25190,91 |
| Pasoeroean .......... | 205 45 2 ,98 | + 1 ,14 | 4 ,12 | 296 9 34 ,67 | 15022,55 |
| **Poelo Ketapang.** | | | | | |
| *J. C. A. van Asperen, Mai 1869, Repsold.* | | | | | |
| Loeroes ............. | 0° 0′ 0″,00 | − 0″,18 | − 0″,18 | 100° 5′ 3″,40 | 37098,49 |
| Argopoero ........... | 51 48 59 ,69 | + 0 ,23 | 59 ,92 | 151 53 45 ,50 | 46994,71 |
| Pakem ............... | 79 38 59 ,68 | + 0 ,19 | 59 ,87 | 179 44 3 ,45 | 30466,11 |
| Semonkron ........... | 170 17 56 ,91 | − 0 ,23 | 56 ,68 | 270 22 40 ,26 | 25125,68 |
| **Pakem.** | | | | | |
| *J. C. A. van Asperen, März 1869, Repsold.* | | | | | |
| Poelo Ketapang ....... | 0° 0′ 0″,00 | − 0″,52 | − 0″,52 | 359° 44′ 2″,82 | 30466,11 |
| Argopoero ........... | 91 46 18 ,61 | + 1 ,16 | 19 ,77 | 91 30 23 ,10 | 34851,84 |
| Bêseh ............... | 149 20 5 ,81 | + 0 ,02 | 5 ,83 | 149 4 7 ,17 | 41156,46 |
| Smeroe, (Pyramide) .... | 245 20 55 ,50 | − 0 ,13 | 55 ,37 | 245 4 56 ,70 | 39926,79 |
| Argowoelan .......... | 281 24 58 ,70 | − 0 ,30 | 58 ,40 | 281 8 41 ,74 | 31754,65 |
| Semonkron ........... | 320 44 60 ,06 | − 0 ,21 | 59 ,85 | 320 29 3 ,19 | 39706,07 |
| **Madoe.** | | | | | |
| *F. H. A. Flory, April 1869, Gross P. M. I.* | | | | | |
| Seléret ............. | 0° 0′ 0″,00 | − 0″,09 | − 0″,09 | 285° 16′ 55″,41 | 38025,00 |
| Rantja .............. | 82 33 14 ,01 | − 0 ,12 | 13 ,89 | 6 11 49 ,59 | 24530,95 |
| Tamboeko ............ | 140 44 52 ,15 | + 0 ,11 | 52 ,24 | 64 1 27 ,74 | 45821,66 |
| Djoemiang ........... | 175 7 24 ,80 | + 0 ,11 | 24 ,91 | 98 24 0 ,41 | 50483,87 |
| **Rantja.** | | | | | |
| *F. H. A. Flory, Mai 1869, Gross P. M. I.* | | | | | |
| Tamboeko ............ | 0° 0′ 0″,00 | − 0″,27 | − 0″,27 | 98° 2′ 22″,13 | 37114,42 |
| Madoe ............... | 88 9 16 ,59 | − 0 ,04 | 16 ,55 | 186 11 58 ,75 | 24530,95 |
| Seléret ............. | 150 24 55 ,71 | − 0 ,07 | 55 ,64 | 248 27 18 ,05 | 42634,92 |
| Bangsri ............. | 179 17 38 ,45 | + 0 ,40 | 38 ,85 | 277 20 1 ,25 | 37250,09 |

<table>
<tr><th rowspan="2">Zielpunkt.</th><th colspan="3">Richtungen.</th><th rowspan="2">Azimuth.</th><th rowspan="2">Entfernung in Metern.</th></tr>
<tr><th>Gemessen.</th><th>Correction.</th><th>Ausgeglichen.</th></tr>
<tr><td colspan="6" align="center">Bésèh.</td></tr>
<tr><td colspan="6" align="center">J. L. van Isselmuden, April und Juni 1872, Repsold.</td></tr>
<tr><td>Kemirisongo</td><td>0° 0′ 0″,00</td><td>+ 0″,55</td><td>0″,55</td><td>86° 54′ 16″,65</td><td>57976,29</td></tr>
<tr><td>Majang</td><td>5 4 58 ,91</td><td>+ 0 ,15</td><td>59 ,04</td><td>91 39 15 ,14</td><td>57485,92</td></tr>
<tr><td>Rika</td><td>45 9 20 ,59</td><td>+ 0 ,76</td><td>21 ,35</td><td>151 45 57 ,45</td><td>55556,77</td></tr>
<tr><td>Snéroe (Pyramide)</td><td>201 15 25 ,12</td><td>0 ,97</td><td>22 ,15</td><td>287 49 58 ,24</td><td>60265,92</td></tr>
<tr><td>Pakem</td><td>242 28 15 ,98</td><td>— 0 ,52</td><td>15 ,46</td><td>329 2 29 ,56</td><td>41156,46</td></tr>
<tr><td>Argopoero</td><td>295 6 10 ,86</td><td>+ 0 ,07</td><td>10 ,93</td><td>21 40 27 ,03</td><td>57010,01</td></tr>
<tr><td colspan="6" align="center">Djoemiang.</td></tr>
<tr><td colspan="6" align="center">F. H. A. Flory, April 1869, Gr. P. M. I.</td></tr>
<tr><td>Madoe</td><td>0° 0′ 0″,00</td><td>— 0″,05</td><td>— 0″,05</td><td>278° 21′ 56″,95</td><td>50485,87</td></tr>
<tr><td>Tamboeko</td><td>102 56 57 ,94</td><td>— 0 ,05</td><td>57 ,89</td><td>21 18 54 ,89</td><td>25589,19</td></tr>
<tr><td>Lagoendi</td><td>151 24 51 ,90</td><td>+ 0 ,11</td><td>52 ,01</td><td>69 46 49 ,01</td><td>55950,76</td></tr>
<tr><td colspan="6" align="center">Argopoero.</td></tr>
<tr><td colspan="6" align="center">J. L. van Isselmuden, Juni 1871, Mai und Juni 1873, Repsold.</td></tr>
<tr><td>Poelo Ketapang</td><td>0° 0′ 0″,00</td><td>+ 1″,52</td><td>1″,52</td><td>311° 51′ 8″,02</td><td>46994,71</td></tr>
<tr><td>Loeroes</td><td>51 59 19 ,12</td><td>+ 1 ,43</td><td>20 ,55</td><td>5 50 27 ,25</td><td>24955,70</td></tr>
<tr><td>Bésèr</td><td>108 28 19 ,95</td><td>— 0 ,61</td><td>19 ,34</td><td>60 19 26 ,04</td><td>55092,65</td></tr>
<tr><td>Soeket</td><td>151 24 27 ,50</td><td>— 0 ,39</td><td>27 ,89</td><td>105 15 54 ,59</td><td>58080,40</td></tr>
<tr><td>Kemirisongo</td><td>191 5 51 ,41</td><td>— 0 ,82</td><td>50 ,59</td><td>142 56 57 ,29</td><td>40241,40</td></tr>
<tr><td>Majang</td><td>194 16 25 ,78</td><td>— 0 ,77</td><td>25 ,01</td><td>146 7 51 ,71</td><td>42718,92</td></tr>
<tr><td>Rika</td><td>216 47 29 ,65</td><td>— 0 ,60</td><td>29 ,05</td><td>168 58 55 ,75</td><td>57857,57</td></tr>
<tr><td>Bésèh</td><td>249 48 17 ,61</td><td>— 0 ,33</td><td>17 ,28</td><td>201 39 25 ,98</td><td>57010,01</td></tr>
<tr><td>Pakem</td><td>319 56 58 ,89</td><td>— 0 ,05</td><td>58 ,84</td><td>271 27 45 ,54</td><td>54851,84</td></tr>
<tr><td colspan="6" align="center">Loeroes.</td></tr>
<tr><td colspan="6" align="center">J. L. van Isselmuden, Februar und März 1870, März 1871, Repsold.</td></tr>
<tr><td>Kaliasin</td><td>0° 0′ 0″,00</td><td>+ 1″,11</td><td>1″,11</td><td>74° 45′ 54″,19</td><td>50561,94</td></tr>
<tr><td>Bésèr</td><td>52 56 56 ,74</td><td>— 0 ,35</td><td>56 ,39</td><td>107 20 29 ,47</td><td>28525,49</td></tr>
<tr><td>Argopoero</td><td>108 46 47 ,09</td><td>+ 0 ,27</td><td>47 ,36</td><td>185 50 20 ,45</td><td>24955,70</td></tr>
<tr><td>Poelo Ketapang</td><td>205 18 51 ,41</td><td>— 1 ,03</td><td>50 ,38</td><td>280 2 25 ,46</td><td>57098,49</td></tr>
</table>

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tamboeko.** | | | | | |
| *F. H. A. Flory, Juni 1869, Gross P. M. 1.* | | | | | |
| Djoemiang | 0° 0′ 0″,00 | 0″,00 | 0″,00 | 201° 17′ 57″,59 | 25589,19 |
| Madoe | 42 40 51 ,51 | 0 ,00 | 51 ,51 | 245 58 48 ,90 | 45824,66 |
| Rantja | 76 41 58 ,44 | + 0 ,25 | 58 ,67 | 277 59 56 ,26 | 57114,42 |
| Boeroean | 226 59 56 ,02 | — 0 ,09 | 55 ,93 | 67 57 55 ,52 | 56209,40 |
| Lagoendi | 275 20 1 ,20 | — 0 ,16 | 1 ,04 | 114 57 58 ,65 | 26945,85 |
| **Rika.** | | | | | |
| *J. L. van Isselmuden, Juni 1872, Repsold.* | | | | | |
| Bèsèh | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,57 | — 0″,57 | 311° 41′ 58″,15 | 55556,77 |
| Argopoero | 56 56 5 ,47 | + 0 ,49 | 5 ,96 | 348 57 42 ,48 | 57857,57 |
| Majang | 78 54 59 ,45 | — 0 ,13 | 59 ,32 | 30 16 57 ,84 | 24617,72 |
| **Majang.** | | | | | |
| *J. L. van Isselmuden, Juli 1872, December 1873, Repsold.* | | | | | |
| Kemirisongo | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,01 | — 0″,01 | 7° 25′ 55″,98 | 5582,02 |
| Lemboe | 111 45 59 ,11 | — 1 ,04 | 58 ,07 | 119 9 14 ,05 | 50650,40 |
| Rika | 202 50 2 ,54 | + 0 ,19 | 2 ,73 | 210 15 58 ,71 | 24617,72 |
| Bèsèh | 264 10 42 ,22 | + 0 ,58 | 42 ,80 | 271 36 18 ,78 | 57485,92 |
| Argopoero | 318 40 5 ,44 | + 0 ,30 | 5 ,74 | 326 5 41 ,73 | 42718,92 |
| **Kemirisongo.** | | | | | |
| *J. L. van Isselmuden, Mai und Juli 1872, Repsold.* | | | | | |
| Bèsèh | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,49 | 0″,49 | 266 51′ 18″,54 | 57976,29 |
| Argopoero | 56 25 27 ,18 | + 0 ,26 | 27 ,44 | 322 54 45 ,50 | 40241,40 |
| Bèsèr | 98 45 6 ,68 | + 0 ,33 | 7 ,01 | 5 16 25 ,07 | 48706,84 |
| Soeket | 133 14 33 ,28 | + 0 ,69 | 33 ,97 | 39 45 52 ,05 | 57533,95 |
| Lemboe | 218 15 23 ,92 | — 2 ,44 | 21 ,48 | 124 46 59 ,54 | 52056,70 |
| Majang | 280 54 15 ,21 | + 0 ,66 | 15 ,87 | 187 25 55 ,95 | 5582,02 |
| **Bèsèr.** | | | | | |
| *J. L. van Isselmuden, April 1872, Repsold.* | | | | | |
| Loeroes | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,22 | — 0″,22 | 287° 18′ 29″,18 | 28525,49 |
| Kaliasin | 117 6 37 ,53 | + 0 ,19 | 37 ,72 | 44 25 7 ,12 | 50495,29 |
| Baloeran | 165 17 3 ,32 | — 0 ,33 | 2 ,99 | 92 35 32 ,50 | 58771,47 |
| Soeket | 209 34 26 ,64 | — 0 ,29 | 26 ,35 | 136 52 55 ,75 | 40670,96 |
| Kemirisongo | 257 37 34 ,55 | + 0 ,68 | 35 ,23 | 185 16 4 ,64 | 48706,84 |
| Argopoero | 312 58 47 ,84 | — 0 ,05 | 47 ,79 | 240 17 17 ,19 | 55092,65 |

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|

### Lagoendi.

F. H. A. Flory, Juni und Juli 1869, Gross P. M. I.

H. T. Soeters, September 1878, Repsold.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Djoemiang | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,07 | — 0″,07 | 249° 44′ 51″,70 | 35930,76 |
| Tamboeko | 44 51 48 ,51 | + 0 ,09 | 48 ,60 | 294 56 20 ,37 | 26945,85 |
| Boeroean | 130 18 30 ,57 | + 0 ,02 | 30 ,59 | 20 5 2 ,56 | 26424,28 |
| Poelo Gilian | 177 14 56 ,17 | — 0 ,03 | 56 ,14 | 66 59 27 ,92 | 37125,25 |

### Boeroean.

F. H. A. Flory, Juli 1869, Gross P. M. I.

H. T. Soeters, August 1878, Repsold.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Lagoendi | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,01 | 0″,01 | 200° 2′ 26″,54 | 26424,28 |
| Tamboeko | 47 52 54 ,78 | — 0 ,06 | 54 ,72 | 247 55 21 ,05 | 36209,40 |
| Poelo Gilian | 272 16 21 ,11 | + 0 ,05 | 21 ,16 | 112 18 47 ,49 | 27146,63 |

### Kaliasin.

J. L. van Isselmuden, Februar 1871, Repsold.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Baloeran | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,68 | — 0″,68 | 125° 9′ 51″,77 | 44649,94 |
| Socket | 49 59 57 ,53 | — 0 ,25 | 57 ,28 | 172 49 29 ,75 | 51871,95 |
| Bêsêr | 101 14 1 ,26 | — 0 ,13 | 1 ,13 | 224 25 35 ,59 | 30495,29 |
| Loeroes | 131 30 28 ,82 | + 1 ,07 | 29 ,89 | 254 40 2 ,54 | 30361,94 |

### Lemboe.

J. L. van Isselmuden, August und September 1872, August 1875, Repsold.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Tandjong Pakem (alt) | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,02 | 0″,02 | 62° 50′ 4″,88 | 44997,24 |
| Ikan | 32 9 32 ,48 | + 0 ,74 | 33 ,22 | 94 59 38 ,08 | 40153,09 |
| Degong | 76 56 49 ,52 | + 0 ,42 | 49 ,94 | 139 46 54 ,80 | 31620,57 |
| Majang | 236 17 2 ,22 | — 0 ,14 | 2 ,08 | 299 7 6 ,94 | 30650,40 |
| Kemirisongo | 241 54 31 ,51 | — 1 ,65 | 29 ,86 | 304 44 34 ,72 | 32056,70 |
| Socket | 306 15 52 ,97 | + 0 ,64 | 53 ,61 | 9 5 38 ,47 | 37567,49 |

## Soeket

J. L. van Isselmuden, Juni und Juli 1872, Repsold.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Argopoero | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,45 | 0″,45 | 285° 41′ 16″,79 | 58080,40 |
| Bêser | 35 39 55,36 | + 0,44 | 55,80 | 316 50 50,14 | 40670,96 |
| Kaliasin | 69 57 44,02 | + 0,46 | 44,48 | 332 49 0,82 | 51871,95 |
| Baloeran | 125 36 45,81 | − 0,24 | 45,57 | 48 47 59,91 | 41062,97 |
| Tandjong Pakem (alt) | 192 41 21,67 | + 0,32 | 21,99 | 115 52 58,33 | 57918,25 |
| Sahari | 194 2 45,18 | + 0,46 | 45,64 | 117 13 59,98 | 51456,84 |
| Ikan | 216 47 18,35 | − 0,92 | 17,43 | 159 58 33,77 | 55065,05 |
| Degong | 245 29 11,50 | − 1,47 | 10,03 | 166 40 26,37 | 62955,88 |
| Lemboe | 265 32 13,83 | + 0,54 | 14,37 | 189 5 30,71 | 37567,49 |
| Kemirisongo | 316 32 5,90 | − 0,03 | 5,87 | 259 43 22,22 | 37555,95 |

## Poelo Gilian.

H. T. Soeters, August 1878, Repsold.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Lagoendi | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,02 | 0″,02 | 246° 57′ 11″,15 | 37125,25 |
| Boeroean | 45 19 57,47 | − 0,02 | 57,45 | 292 17 8,58 | 27146,65 |

## Degong.

J. L. van Isselmuden, October 1872, Repsold.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Ikan | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,90 | 0″,90 | 45° 27′ 15″,52 | 28459,05 |
| Lemboe | 276 48 0,73 | + 0,39 | 1,12 | 319 45 15,74 | 31620,57 |
| Soeket | 305 12 4,02 | − 1,28 | 2,74 | 346 39 17,36 | 62955,88 |

## Sahari.

J. L. van Isselmuden, August 1871, Repsold.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Tandjong Pakem (alt) | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,40 | 0″,40 | 109° 18′ 8″,49 | 6532,69 |
| Ikan | 57 29 4,10 | − 0,07 | 4,03 | 166 47 12,12 | 26910,94 |
| Soeket | 187 33 42,73 | − 0,32 | 42,41 | 297 11 30,50 | 51456,84 |

H. T. Soeters, September 1878, Repsold.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Tandjong Pakem (neu) | 0° 0′ 0″,00 | − 0″,22 | − 0″,22 | 119° 36′ 5″,28 | 6456,34 |
| Ikan | 47 11 8,40 | + 0,22 | 8,62 | 166 47 12,12 | 26910,94 |

### Baloeran.

J. L. van Isselmuden, März 1871, Repsold.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Tandjong Pakem (alt) .. | 0° 0′ 0″,00 | − 1″,45 | − 1″,45 | 175° 44′ 12″,76 | 43715,54 |
| Soeket ........ | 53 1 24 ,66 | + 1 ,34 | 26 ,00 | 228 45 40 ,19 | 41062,97 |
| Bésér ........ | 96 46 56 ,85 | + 0 ,28 | 57 ,13 | 272 31 11 ,32 | 38771,47 |
| Kaliasin ........ | 127 22 33 ,65 | − 0 ,19 | 33 ,46 | 303 6 47 ,65 | 44649,94 |

### Tandjong Pakem (neu)

H. T. Soeters, September 1878, Repsold.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Ikan ........ | 0° 0′ 0″,00 | − 0″,22 | − 0 ,22 | 178° 39′ 15″,95 | 25015,61 |
| Sahari ........ | 120 56 20 ,65 | + 0 ,23 | 20 ,88 | 299 35 37 ,05 | 6456,54 |
| *Tandjong Pakem (alt)* ... | ............ berechnet | | ............ | 28 10 34 ,10 | 1168,26 |

### Ikan.

J. L. van Isselmuden, October 1871 und October 1873, Repsold.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Tandjong Pakem (alt) .. | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,51 | 0″,51 | 0° 1′ 33″,27 | 24039,08 |
| Degong ........ | 225 24 7 ,32 | + 0 ,35 | 7 ,67 | 225 25 40 ,43 | 28459,05 |
| Lembor ........ | 274 54 53 ,04 | + 0 ,40 | 53 ,44 | 274 56 26 ,20 | 40155,09 |
| Soeket ........ | 319 54 21 ,56 | − 0 ,82 | 20 ,74 | 319 55 53 ,50 | 55005,05 |
| Sahari ........ | 346 45 10 ,64 | − 0 ,43 | 10 ,21 | 346 46 42 ,97 | 26910,94 |

H. T. Soeters, September 1878, Repsold.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Sahari ........ | 0° 0′ 0″,00 | − 0″,22 | − 0″,22 | 346° 46′ 42″,97 | 26910,94 |
| Tandjong Pakem (neu) .. | 11 52 29 ,97 | + 0 ,22 | 30 ,19 | 358 39 13 ,38 | 25015,61 |

### Tandjong Pakem (alt.)

J. L. van Isselmuden, October 1871, Repsold.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Sahari ........ | 0° 0′ 0″,00 | − 0″,78 | − 0″,78 | 289° 17′ 39″,67 | 6552,69 |
| Soeket ........ | 6 32 18 ,75 | + 0 ,90 | 19 ,65 | 295 50 0 ,10 | 37918,20 |
| Baloeran ........ | 66 26 17 ,57 | − 0 ,11 | 17 ,46 | 355 43 57 ,91 | 43715,54 |
| Ikan ........ | 250 43 52 ,24 | + 0 ,53 | 52 ,77 | 180 1 33 ,22 | 24039,08 |
| *Tandjong Pakem (neu)* ... | ............ berechnet | | ............ | 208 10 31 ,50 | 1168,26 |
| Lemboe ........ | 313 29 15 ,48 | − 0 ,52 | 14 ,96 | 242 46 55 ,41 | 44997,24 |

## AUSGEGLICHENE HAUPT-DREIECKE.

### N°. 1.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Batoechideung | 84° 39′ 26″,42 | 9,9981092 | 4,5574582 | 25 |
| Tjiloemloem | 38 49 26 ,47 | 9,7972194 | 4,3565684 | 9 |
| Hondjej | 56 31 8 ,86 | 9,9212025 | 4,4805516 | 16 |
| | ε = 1 ,75 | | | |

### N°. 2.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Hondjej | 58° 46′ 11″,94 | 9,9320152 | 4,5480545 | 22 |
| Tjiloemloem | 60 19 35 ,01 | 9,9389496 | 4,5549909 | 25 |
| Poelo Tindjil | 60 54 15 ,88 | 9,9414169 | 4,5574582 | 25 |
| | ε = 2 ,85 | | | |

### N°. 3.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Poelo Tindjil | 59° 46′ 2″,19 | 9,9365074 | 4,5882268 | 27 |
| Tjiloemloem | 68 16 0 ,76 | 9,9679777 | 4,6196971 | 31 |
| Klandong | 51 58 0 ,30 | 9,8963351 | 4,5480545 | 22 |
| | ε = 3 ,25 | | | |

### N°. 4.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Klandong | 121° 0′ 3″,52 | 9,9330611 | 4,7923987 | 69 |
| Tjiloemloem | 26 36 39 ,97 | 9,6512125 | 4,5105501 | 19 |
| Sangaboewana II | 32 23 19 ,26 | 9,7288892 | 4,5882268 | 27 |
| | ε = 2 ,75 | | | |

### N°. 5.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Sangaboewana II | 43 44 57″,38 | 9,8397946 | 4,7171846 | 49 |
| Tjiloemloem | 11 33 46 ,03 | 9,3019880 | 4,1793779 | 4 |
| Endoet | 124 41 18 ,24 | 9,9150088 | 4,7923987 | 69 |
| | ε = 1 ,65 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 6.** | | | |
| Sangaboewana II | 40° 15′ 6″,24 | 9,8105514 | 4,6495080 | 56 |
| Tjiloemloem | 75 48 52 ,12 | 9,9865511 | 4,8255277 | 80 |
| Karang | 65 56 8 ,48 | 9,9554221 | 4,7925987 | 69 |
| | $\varepsilon$ = 6 ,84 | | | |
| | **N°. 7.** | | | |
| Endoet | 50° 47′ 41″,85 | 9,8892595 | 4,6495080 | 56 |
| Tjiloemloem | 64 15 6 ,09 | 9,9545855 | 4,7146542 | 48 |
| Karang | 64 57 17 ,45 | 9,9571160 | 4,7171846 | 49 |
| | $\varepsilon$ = 5 ,55 | | | |
| | **N°. 8.** | | | |
| Karang | 54° 5′ 20″,05 | 9,7485591 | 4,4805516 | 16 |
| Tjiloemloem | 90 9 25 ,68 | 9,9999985 | 4,7519909 | 52 |
| Batoehideung | 35 45 17 ,71 | 9,9175154 | 4,6495080 | 56 |
| | $\varepsilon$ = 5 ,44 | | | |
| | **N°. 9.** | | | |
| Batoehideung | 29° 15′ 55″,65 | 9,6886475 | 4,4545961 | 15 |
| *Karang* * | 85 4 27 ,86 | 9,9968196 | 4,7625685 | 60 |
| *Leuchtthurm Anjer* * | 67 42 2 ,40 | 0,9662425 | 4,7519909 | 52 |
| | $\varepsilon$ = 5 ,89 | | | |
| | **N°. 10.** | | | |
| Poelo Sangéan | 69° 52′ 19″,95 | 9,9716976 | 4,5796101 | 26 |
| Karang | 35 41 35 ,55 | 9,7659954 | 4,5759058 | 10 |
| Gedé | 74 46 8 ,95 | 9,9844711 | 4,5925856 | 27 |
| | $\varepsilon$ = 2 ,21 | | | |
| | **N°. 11.** | | | |
| Poelo Sangéan | 67° 15′ 17″,22 | 9,9647548 | 4,5402887 | 9 |
| Gedé | 27 46 2 ,40 | 9,6682761 | 4,0458501 | 2 |
| Anjer | 85 0 41 ,01 | 9,9985518 | 4,5759058 | 10 |
| | $\varepsilon$ = 0 ,62 | | | |

* Wo der Name des Dreieckspunktes cursiv steht, ist der Winkel abgeleitet.

## N°. 12.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Poelo Sangéan | 86° 19′ 44″,62 | 9,9991080 | 4,4075752 | 12 |
| Gedé | 26 13 36 ,16 | 9,6453477 | 4,0538129 | 2 |
| *Leuchtthurm Anjer* | 67 26 39 ,91 | 9,9654406 | 4,3739058 | 10 |
| | ε = 0 ,69 | | | |

## N°. 13.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| *Karang* | 42° 17′ 14″,40 | 9,8279176 | 4,4075752 | 12 |
| Gedé | 48 32 32 ,77 | 9,8747406 | 4,4543961 | 15 |
| *Leuchtthurm Anjer* | 89 10 14 ,69 | 9,9999545 | 4,5796101 | 26 |
| | ε = 1 ,86 | | | |

## N°. 14.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Gedé | 51° 8′ 8″,78 | 9,8913359 | 4,7831055 | 66 |
| Karang | 99 41 57 ,49 | 9,9937472 | 4,8855165 | 106 |
| Dago | 29 9 59 ,53 | 9,6878407 | 4,5796101 | 26 |
| | ε = 5 ,80 | | | |

## N°. 15.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Karang | 35° 53′ 42″,77 | 9,7681252 | 4,5524507 | 23 |
| Dago | 58 24 20 ,38 | 9,9303267 | 4,7146542 | 48 |
| Endoet | 85 42 1 ,56 | 9,9987760 | 4,7831055 | 66 |
| | ε = 4 ,71 | | | |

## N°. 16.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Dago | 120° 15′ 38″,84 | 9,9363835 | 4,7869077 | 67 |
| Endoet | 29 30 49 ,57 | 9,6925252 | 4,5430476 | 22 |
| Poetri | 30 13 34 ,33 | 9,7019263 | 4,5524507 | 23 |
| | ε = 2 ,74 | | | |

## N°. 17.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Dago | 31° 43′ 13″,06 | 9,7207982 | 4,5474846 | 22 |
| Poetri | 116 55 10 ,14 | 9,9501915 | 4,7768778 | 64 |
| Pangrango | 31 21 39 ,61 | 9,7163612 | 4,5430476 | 22 |
| | ε = 2, 81 | | | |

| Dreieckspunt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| **N°. 18.** | | | | |
| Dago . . . . . . . . . . . . . . . . | 88° 32′ 25″,77 | 9,9998591 | 4,8380410 | 85 |
| Endoet . . . . . . . . . . . . . | 60 16 3 ,72 | 9,9386959 | 4,7768778 | 64 |
| Pangrango . . . . . . . . . . . . | 31 11 35 ,97 | 9,7142689 | 4,5524507 | 23 |
| | $\varepsilon$ = 5 ,46 | | | |
| **N°. 19.** | | | | |
| Poetri . . . . . . . . . . . . . . | 86° 41′ 35″,81 | 9,9992763 | 4,8380410 | 85 |
| Endoet . . . . . . . . . . . . . . | 30 45 14 ,13 | 9,7087199 | 4,5474846 | 22 |
| Pangrango . . . . . . . . . . . . | 62 33 15 ,57 | 9,9481430 | 4,7869077 | 67 |
| | $\varepsilon$ = 5 ,51 | | | |
| **N°. 20.** | | | | |
| Endoet . . . . . . . . . . . . . . | 69° 18′ 8″,77 | 9,9710248 | 4,7607528 | 60 |
| Poetri . . . . . . . . . . . . . . | 14 11 55 ,12 | 9,3896700 | 4,1793779 | 4 |
| Sangaboewana II . . . . . . | 96 29 58 ,33 | 9,9971997 | 4,7869077 | 67 |
| | $\varepsilon$ = 2 ,22 | | | |
| **N°. 21.** | | | | |
| Endoet . . . . . . . . . . . . . . | 38° 32′ 54″,65 | 9,7946115 | 4,7621091 | 60 |
| Sangaboewana II . . . . . . | 132 4 39 ,26 | 9,8705434 | 4,8380410 | 85 |
| Pangrango . . . . . . . . . . . . | 9 22 27 ,75 | 9,2118803 | 4,1793779 | 4 |
| | $\varepsilon$ = 1 ,66 | | | |
| **N°. 22.** | | | | |
| Poetri . . . . . . . . . . . . . . | 72° 29′ 40″,69 | 9,9794067 | 4,7621091 | 60 |
| Sangaboewana II . . . . . . | 35 34 40 ,93 | 9,7647821 | 4,5474846 | 22 |
| Pangrango . . . . . . . . . . . . | 71 53 43 ,32 | 9,9780504 | 4,7607528 | 60 |
| | $\varepsilon$ = 4 ,94 | | | |
| **N°. 23.** | | | | |
| Pangrango . . . . . . . . . . . . | 89° 42′ 23″,75 | 9,9999943 | 4,8162324 | 77 |
| Sangaboewana II . . . . . . | 28 18 37 ,88 | 9,6760072 | 4,4922453 | 17 |
| Telaga . . . . . . . . . . . . . . | 61 59 2 ,95 | 9,9458710 | 4,7621091 | 60 |
| | $\varepsilon$ = 4 ,58 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi-tament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 24.** | | | |
| Telaga | 44° 41′ 3″,33 | 9,8470785 | 4,6694458 | 39 |
| Sangaboewana II | 35 42 33 ,01 | 9,7661682 | 4,5885336 | 27 |
| Soerangga | 99 36 28 ,20 | 9,9938651 | 4,8162324 | 77 |
| | ε = 4 ,56 | | | |
| | **N°. 25.** | | | |
| Soerangga | 35° 27′ 30″,12 | 9,7633704 | 4,5105301 | 19 |
| Sangaboewana II | 87 45 33 ,21 | 9,9996695 | 4,7466492 | 36 |
| Klandong | 56 46 20 ,54 | 9,9224661 | 4,6694458 | 39 |
| | ε = 3 ,87 | | | |
| | **N°. 26.** | | | |
| Klandong | 20° 44′ 42″,10 | 9,5492607 | 4,3103052 | 7 |
| Soerangga | 85 55 35 ,70 | 9,9975555 | 4,7586000 | 59 |
| Nangka | 73 19 45 ,10 | 9,9856047 | 4,7466492 | 56 |
| | ε = 2 ,90 | | | |
| | **N°. 27.** | | | |
| Nangka | 41° 49′ 12″,83 | 9,8239928 | 4,2323088 | 5 |
| Soerangga | 85 14 34 ,33 | 9,9985013 | 4,4068173 | 12 |
| Patat | 52 56 13 ,73 | 9,9019892 | 4,3103052 | 7 |
| | ε = 0 ,89 | | | |
| | **N°. 28.** | | | |
| Soerangga | 55° 45′ 31″,65 | 9,9173334 | 4,5105770 | 19 |
| Patat | 98 25 9 ,97 | 9,9952941 | 4,5885336 | 27 |
| Telaga | 25 49 19 ,78 | 9,6390672 | 4,2323088 | 5 |
| | ε = 1 ,40 | | | |
| | **N°. 29.** | | | |
| Telaga | 26° 20′ 6″,39 | 9,6470116 | 4,3382336 | 21 |
| Pangrango | 130 8 33 ,00 | 9,8833098 | 4,7743319 | 63 |
| Sangaboewana I | 23 31 2 ,71 | 9,6010032 | 4,4922433 | 17 |
| | ε = 2 ,09 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 30.** | | | |
| Pangrango | 68° 12′ 59″,95 | 9,9678257 | 4,5927514 | 27 |
| Sangaboewana I | 56 47 27 ,85 | 9,9225588 | 4,5474846 | 22 |
| Poetri | 54 59 35 ,15 | 9,9135278 | 4,5382536 | 21 |
| | $\varepsilon$ = 2 ,89 | | | |
| | **N°. 31.** | | | |
| Sangaboewana I | 116° 8′ 21″,55 | 9,9531435 | 4,8147792 | 76 |
| Pangrango | 35 30 27 ,56 | 9,7640354 | 4,6256711 | 32 |
| Boerangrang | 28 21 14 ,25 | 9,6766179 | 4,5382536 | 21 |
| | $\varepsilon$ = 3 ,54 | | | |
| | **N°. 32.** | | | |
| Sangaboewana I | 72° 13′ 48″,79 | 9,9787695 | 4,8090724 | 74 |
| Pangrango | 77 4 39 ,76 | 9,9888595 | 4,8191625 | 78 |
| Patoeha | 30 41 36 ,99 | 9,7079506 | 4,5382536 | 21 |
| | $\varepsilon$ = 5 ,54 | | | |
| | **N°. 33.** | | | |
| Sangaboewana I | 43° 54′ 32″,74 | 9,8410566 | 4,6650877 | 38 |
| Boerangrang | 96 34 41 ,54 | 9,9971313 | 4,8191625 | 78 |
| Patoeha | 39 30 50 ,65 | 9,8036599 | 4,6256711 | 32 |
| | $\varepsilon$ = 4 ,93 | | | |
| | **N°. 34.** | | | |
| Pangrango | 41° 34′ 12″,20 | 9,8218640 | 4,6650877 | 38 |
| Boerangrang | 68 13 27 ,29 | 9,9678487 | 4,8090724 | 74 |
| Patoeha | 70 12 27 ,64 | 9,9735335 | 4,8147792 | 76 |
| | $\varepsilon$ = 7 ,13 | | | |
| | **N°. 35.** | | | |
| Pangrango | 53° 4′ 13″,25 | 9,9027499 | 4,7165592 | 49 |
| Patoeha | 28 29 1 ,52 | 9,6784360 | 4,4922453 | 17 |
| Telaga | 98 26 49 ,33 | 9,9952631 | 4,8090724 | 74 |
| | $\varepsilon$ = 4 ,08 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 36.** | | | |
| Sangaboewana 1 | 48° 42′ 46″,07 | 9,8758778 | 4,7165592 | 49 |
| Patoeha | 59 10 38 ,51 | 9,9338705 | 4,7745519 | 63 |
| Telaga | 72 6 42 ,95 | 9,9784811 | 4,8191625 | 78 |
| | ε = 7 ,53 | | | |
| | **N°. 37.** | | | |
| Telaga | 46° 54′ 46″,56 | 9,8635111 | 4,5804780 | 26 |
| Bitoeng | 92 28 54 ,55 | 9,9995924 | 4,7165592 | 49 |
| Patoeha | 40 36 22 ,19 | 9,8134849 | 4,5304518 | 21 |
| | ε = 3 ,30 | | | |
| | **N°. 38.** | | | |
| Telaga | 82° 8′ 58″,03 | 9,9959105 | 4,6393988 | 34 |
| Bitoeng | 47 25 19 ,39 | 9,8670887 | 4,5105770 | 19 |
| Patat | 50 25 45 ,36 | 9,8869635 | 4,5304518 | 21 |
| | ε = 2 ,78 | | | |
| | **N°. 39.** | | | |
| Patat | 26° 43′ 4″,76 | 9,6528258 | 4,2943714 | 7 |
| Bitoeng | 57 35 24 ,85 | 9,9264642 | 4,5680098 | 25 |
| Tjikakap | 95 41 32 ,24 | 9,9978531 | 4,6393988 | 34 |
| | ε = 1 ,85 | | | |
| | **N°. 40.** | | | |
| Tjikakap | 48° 31′ 48″,35 | 9,8746579 | 4,4092673 | 12 |
| Bitoeng | 96 21 42 ,84 | 9,9973172 | 4,5319266 | 21 |
| Tjiboentoe | 35 6 30 ,09 | 9,7597620 | 4,2943714 | 7 |
| | ε = 1 ,28 | | | |
| | **N°. 41.** | | | |
| Tjiboentoe | 73° 33′ 59″,34 | 9,9818859 | 4,5804780 | 26 |
| Bitoeng | 66 8 38 ,38 | 9,9612145 | 4,5598065 | 24 |
| Patoeha | 40 17 24 ,56 | 9,8106752 | 4,4092673 | 12 |
| | ε = 2 ,28 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 42.** | | | |
| Patoeha | 52° 42′ 24″,91 | 9,7526687 | 4,6514951 | 56 |
| Boerangrang | 115 55 11 ,54 | 9,9621122 | 4,8809585 | 104 |
| Tampomas II | 35 42 28 ,57 | 9,7442614 | 4,6650877 | 58 |
| | ε = 4 ,82 | | | |
| | **N°. 43.** | | | |
| Patoeha | 54° 40′ 26″,40 | 9,9116258 | 4,7981774 | 71 |
| Tampomas II | 44 51 19 ,25 | 9,8458515 | 4,7525851 | 52 |
| Tjikoeraj | 80 48 22 ,90 | 9,9943849 | 4,8809585 | 104 |
| | ε = 8 ,55 | | | |
| | **N°. 44.** | | | |
| Tjikoeraj | 39° 15′ 55″,94 | 9,8012941 | 4,6514951 | 56 |
| Boerangrang | 62 30 45 ,27 | 9,9479765 | 4,7981774 | 71 |
| Tampomas II | 78 13 47 ,83 | 9,9907712 | 4,8409725 | 86 |
| | ε = 7 ,04 | | | |
| | **N°. 45.** | | | |
| Tjikoeraj | 41° 32′ 46″,96 | 9,8216616 | 4,6650877 | 58 |
| Boerangrang | 51 4 28 ,07 | 9,8909590 | 4,7525851 | 52 |
| Patoeha | 87 22 51 ,51 | 9,9995461 | 4,8409725 | 86 |
| | ε = 6 ,54 | | | |
| | **N°. 46.** | | | |
| Patoeha | 95° 1′ 52″,79 | 9,9983919 | 4,8256976 | 80 |
| Tjikoeraj | 32 56 52 ,64 | 9,7355007 | 4,5598065 | 24 |
| Tjiboentoe | 54 1 19 ,56 | 9,9080795 | 4,7525851 | 52 |
| | ε = 4 ,99 | | | |
| | **N°. 47.** | | | |
| Tjiboentoe | 58° 28′ 5″,85 | 9,7958419 | 4,6175575 | 51 |
| Tjikoeraj | 32 3 22 ,17 | 9,8968644 | 4,7205800 | 49 |
| Pogor II | 89 28 39 ,54 | 9,9999820 | 4,8256976 | 80 |
| | ε = 5 ,56 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi-tament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 48.** | | | |
| Pogor II | 40° 10′ 29″,85 | 9,8096450 | 4,4577890 | 15 |
| Tjikoeraj | 28 54 21 ,75 | 9,6796765 | 4,5278225 | 8 |
| Pogor III | 111 15 9 ,90 | 9,9694115 | 4,6175575 | 51 |
| | ε = 1 ,46 | | | |
| | **N°. 49.** | | | |
| Pogor III | 82° 53′ 0″,22 | 9,9966415 | 4,7447755 | 55 |
| Tjikoeraj | 66 17 24 ,74 | 9,9617051 | 4,7098571 | 47 |
| Bongkok | 30 49 38 ,77 | 9,7096550 | 4,4577890 | 15 |
| | ε = 3 ,73 | | | |
| | **N°. 50.** | | | |
| Bongkok | 58° 47′ 47″,25 | 9,9321548 | 4,6795270 | 41 |
| Tjikoeraj | 37 29 17 ,55 | 9,7845505 | 4,5317228 | 21 |
| Sawal | 83 42 59 ,58 | 9,9973851 | 4,7447755 | 55 |
| | ε = 4 ,14 | | | |
| | **N°. 51.** | | | |
| Bongkok | 77° 25′ 8″,14 | 9,9894448 | 4,8857125 | 106 |
| Tjikoeraj | 57 42 44 ,16 | 9,9270500 | 4,8255175 | 79 |
| Tjerimaj IV | 44 52 16 ,92 | 9,8485078 | 4,7447755 | 55 |
| | ε = 9 ,22 | | | |
| | **N°. 52.** | | | |
| Sawal | 71° 51′ 11″,51 | 9,9778452 | 4,7981774 | 71 |
| Tjikoeraj | 61 50 18 ,29 | 9,9452815 | 4,7656157 | 61 |
| Tampomas II | 46 18 36 ,96 | 9,8591929 | 4,6795270 | 41 |
| | ε = 6 ,76 | | | |
| | **N°. 53.** | | | |
| Tampomas II | 104° 2′ 11″,18 | 9,9868552 | 4,9585109 | 135 |
| Tjikoeraj | 31 21 25 ,52 | 9,7165049 | 4,6679806 | 59 |
| *Kromon* | 44 36 32 ,74 | 9,8465017 | 4,7981774 | 71 |
| | ε = 7 ,24 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi-tament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 54.** | | | |
| Tampomas II. | 20° 2′ 11″,47 | 9,5348115 | 4,2470864 | 6 |
| Kromon | 95 24 15 ,72 | 9,9980656 | 4,7105404 | 47 |
| Tjerimaj IV | 64 33 56 ,90 | 9,9557058 | 4,6679806 | 59 |
| | $\varepsilon$ = 2 ,09 | | | |
| | **N°. 55.** | | | |
| *Kromon* | 50° 47′ 40″,97 | 9,8892579 | 4,8857125 | 106 |
| Tjikoeraj | 10 15 28 ,34 | 9,2506121 | 4,2470864 | 6 |
| Tjerimaj IV | 118 56 55 ,72 | 9,9420565 | 4,9585109 | 155 |
| | $\varepsilon$ = 5 ,05 | | | |
| | **N°. 56.** | | | |
| Tjerimaj IV | 54° 25′ 16″,82 | 9,9100795 | 4,7981774 | 71 |
| Tjikoeraj | 41 36 51 ,66 | 9,8222425 | 4,7105404 | 47 |
| Tampomas II. | 85 59 59 ,71 | 9,9976142 | 4,8857125 | 106 |
| | $\varepsilon$ = 8 ,19 | | | |
| | **N°. 57.** | | | |
| Tampomas II | 37° 41′ 22″,75 | 9,7863142 | 4,5564981 | 25 |
| Tjerimaj IV | 81 42 15 ,11 | 9,9954318 | 4,7656157 | 61 |
| Sawal | 60 56 26 ,81 | 9,9401565 | 4,7105404 | 47 |
| | $\varepsilon$ = 4 ,67 | | | |
| | **N°. 58.** | | | |
| Sawal | 132° 27′ 58″,32 | 9,8679040 | 4,8857125 | 106 |
| Tjerimaj IV | 27 18 58 ,29 | 9,6617187 | 4,6795270 | 41 |
| Tjikoeraj | 20 13 26 ,63 | 9,5386898 | 4,5564981 | 25 |
| | $\varepsilon$ = 3 ,24 | | | |
| | **N°. 59.** | | | |
| Tjerimaj IV | 17° 33′ 18″,63 | 9,4794660 | 4,5517228 | 21 |
| Sawal | 143 49 22 ,31 | 9,7710607 | 4,8233175 | 79 |
| Bongkok | 18 37 20 ,91 | 9,5042412 | 4,5564981 | 25 |
| | $\varepsilon$ = 1 ,85 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi-tament. |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| **N°. 60.** | | | | |
| Tjerimaj IV | 90° 57′ 43″,71 | 9,9999387 | 5,0189105 | 195 |
| *Slamat III* | 20 10 3 ,40 | 9,5375265 | 4,5564981 | 23 |
| Sawal | 68 52 19 ,85 | 9,9697786 | 4,9887502 | 170 |
| | ε = 8 ,96 | | | |
| **N°. 61.** | | | | |
| Tjerimaj IV | 73° 24′ 27″,08 | 9,9815287 | 5,0047658 | 183 |
| Slamat III | 39 7 45 ,92 | 9,8000804 | 4,8233175 | 79 |
| Bongkok | 67 28 2 ,86 | 9,9655131 | 4,9887502 | 170 |
| | ε = 15 ,87 | | | |
| **N°. 62.** | | | | |
| Tjerimaj IV | 30° 59′ 47″,89 | 9,7117969 | 4,7958796 | 70 |
| Slamat III | 95 35 55 ,17 | 9,9979233 | 5,0820060 | 261 |
| *Tjemiring* | 53 24 32 ,41 | 9,9046675 | 4,9887502 | 170 |
| | ε = 15 ,47 | | | |
| **N°. 63.** | | | | |
| Tjerimaj IV | 42° 24′ 39″,20 | 9,8289451 | 4,9270644 | 128 |
| *Tjemiring* | 32 4 53 ,84 | 9,7251982 | 4,8233175 | 79 |
| Bongkok | 105 30 40 ,81 | 9,9838867 | 5,0820060 | 261 |
| | ε = 13 ,84 | | | |
| **N°. 64.** | | | | |
| Sawal | 74° 57′ 2″,46 | 9,9848434 | 5,0047658 | 183 |
| *Slamat III* | 18 57 42 ,52 | 9,5118004 | 4,5317228 | 21 |
| Bongkok | 86 5 23 ,78 | 9,9989879 | 5,0189105 | 195 |
| | ε = 8 ,76 | | | |
| **N°. 65.** | | | | |
| Bongkok | 38 2 37″,95 | 9,7897673 | 4,7958796 | 70 |
| Slamat III | 56 28 9 ,25 | 9,9209522 | 4,9270644 | 128 |
| Tjemiring | 85 29 26 ,25 | 9,9986536 | 5,0047658 | 183 |
| | ε = 13 ,45 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 66.** | | | |
| Slamat III | 45° 51′ 20″,10 | 9,8579898 | 4,6550955 | 56 |
| Ardjoeno | 75 4 40 ,05 | 9,9807761 | 4,7958796 | 70 |
| Tjemiring | 63 24 6 ,27 | 9,9514190 | 4,7665225 | 61 |
| | ε = 6 ,42 | | | |
| | **N°. 67.** | | | |
| Slamat III | 34° 3′ 8″,55 | 9,7481496 | 4,6416912 | 34 |
| Kembang | 48 16 51 ,12 | 9,8729809 | 4,7665225 | 61 |
| Ardjoeno | 97 40 6 ,82 | 9,9960984 | 4,8896400 | 108 |
| | ε = 6 ;47 | | | |
| | **N°. 68.** | | | |
| Slamat III | 34° 48′ 10″,04 | 9,7564486 | 4,6684675 | 39 |
| Prahoe | 71 45 50 ,85 | 9,9776215 | 4,8896400 | 108 |
| Kembang | 73 26 7 ,98 | 9,9815919 | 4,8936106 | 110 |
| | ε = 8 ,85 | | | |
| | **N°. 69.** | | | |
| Prahoe | 30° 32′ 46″,14 | 9,7060622 | 4,5628091 | 24 |
| Kembang | 109 2 51 ,71 | 9,9755454 | 4,8522925 | 83 |
| Gepak | 40 24 26 ,26 | 9,8117205 | 4,6684675 | 39 |
| | ε = 4 ,11 | | | |
| | **N°. 70.** | | | |
| Gepak | 63° 14′ 58″,90 | 9,9508400 | 4,8086742 | 74 |
| Prahoe | 46 12 39 ,31 | 9,8584725 | 4,7163065 | 49 |
| Merbaboe | 70 32 29 ,85 | 9,9744582 | 4,8522925 | 83 |
| | ε = 8 ,06 | | | |
| | **N°. 71.** | | | |
| Oengaran | 67° 38′ 18″,44 | 9,9660486 | 4,8522925 | 83 |
| Prahoe | 72 59 52 ,61 | 9,9805787 | 4,8468224 | 88 |
| Gepak | 39 22 16 ,69 | 9,8025244 | 4,6685681 | 39 |
| | ε = 7 ,74 | | | |

N°. 72.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Oengaran | 63° 27′ 3″,35 | 9,9516057 | 4,6241558 | 32 |
| Tembok | 82 15 10 ,90 | 9,9960180 | 4,6685681 | 39 |
| Prahoe | 34 17 48 ,57 | 9,7508781 | 4,4234283 | 13 |
| | ε = 2 ,82 | | | |

N°. 73.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Oengaran | 55° 37′ 11″,52 | 9,9166168 | 9,5775152 | 26 |
| Morodemak | 35 21 58 ,76 | 9,7625300 | 4,4234283 | 13 |
| Tembok | 89 0 52 ,28 | 9,9999358 | 4,6608342 | 38 |
| | ε = 2 ,56 | | | |

N°. 74.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Semarang | 48° 9′ 26″,62 | 9,8721447 | 4,6685681 | 39 |
| Oengaran | 106 56 12 ,14 | 9,9807426 | 4,7771660 | 64 |
| Prahoe | 24 54 24 ,25 | 9,6244289 | 4,4208523 | 12 |
| | ε = 3 ,00 | | | |

N°. 75.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Semarang | 20° 16′ 51″,15 | 9,5398568 | 4,4908726 | 17 |
| Oengaran | 142 33 40 ,86 | 9,7838404 | 4,7348562 | 53 |
| Merbaboe | 17 9 29 ,26 | 9,4698366 | 4,4208524 | 12 |
| | ε = 1 ,27 | | | |

N°. 76.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Semarang | 68° 26′ 17″,77 | 9,9684932 | 4,8086742 | 74 |
| Prahoe | 51 41 17 ,53 | 9,8946753 | 4,7348563 | 53 |
| Merbaboe | 59 52 32 ,42 | 9,9369852 | 4,7771661 | 64 |
| | ε = 7 ,72 | | | |

N°. 77.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Merbaboe | 42° 43′ 3″,16 | 9,8314760 | 4,6685681 | 39 |
| Prahoe | 26 46 53 ,30 | 9,6537805 | 4,4908726 | 17 |
| Oengaran | 110 30 7 ,00 | 9,9715821 | 4,8086742 | 74 |
| | ε = 3 ,46 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 78.** | | | |
| Merbaboe | 40° 11′ 54″,51 | 9,8098557 | 4,6684675 | 39 |
| Kembang | 65 2 47 ,69 | 9,9500606 | 4,8086742 | 74 |
| Prahoe | 76 45 25 ,45 | 9,9882947 | 4,8469085 | 89 |
| | ε = 7 ,45 | | | |
| | **N°. 79.** | | | |
| Merbaboe | 113° 15′ 33″,01 | 9,9631870 | 4,8468224 | 88 |
| Gepak | 23 52 42 ,21 | 9,6072370 | 4,4908726 | 17 |
| Oengaran | 42 51 48 ,56 | 9,8326710 | 4,7165065 | 49 |
| | ε = 3 ,78 | | | |
| | **N°. 80.** | | | |
| Merbaboe | 30° 20′ 35″,54 | 9,7034449 | 4,5628091 | 24 |
| Gepak | 103 39 23 ,16 | 9,9875441 | 4,8469085 | 89 |
| Kembang | 46 0 4 ,01 | 9,8569422 | 4,7165065 | 49 |
| | ε = 4 ,71 | | | |
| | **N°. 81.** | | | |
| Merbaboe | 61° 29 7″,65 | 9,9458586 | 4,6979964 | 45 |
| Nglanggran | 66 25 28 ,55 | 9,9621489 | 4,7163065 | 49 |
| Gepak | 52 5 29 ,05 | 9,8970725 | 4,6512302 | 36 |
| | ε = 5 ,25 | | | |
| | **N°. 82.** | | | |
| Merbaboe | 68° 10′ 47″,15 | 9,9677139 | 4,6960287 | 44 |
| Nglanggran | 54 57 30 ,57 | 9,9131440 | 4,6414589 | 34 |
| Kritjian | 56 51 46 ,94 | 9,9229155 | 4,6512302 | 36 |
| | ε = 4 ,66 | | | |
| | **N°. 83.** | | | |
| Merbaboe | 27° 26′ 33″,52 | 9,6633693 | 4,5079740 | 7 |
| Salam | 83 20 3 ,51 | 9,9970543 | 4,6414589 | 34 |
| Kritjian | 69 13 25 ,10 | 9,9707987 | 4,6152052 | 30 |
| | ε = 2 ,13 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 84.** | | | |
| Salam | 38° 39′ 34″,89 | 9,7988065 | 4,6960287 | 44 |
| Nglanggran | 14 55 15 ,16 | 9,4107518 | 4,3079740 | 7 |
| Kritjian | 126 5 12 ,05 | 9,9074796 | 4,8047017 | 75 |
| | ε = 2 ,08 | | | |
| | **N°. 85.** | | | |
| Salam | 44° 20′ 28″,62 | 9,8444341 | 4,6512502 | 56 |
| Merbaboe | 95 37 20 ,67 | 9,9979057 | 4,8047017 | 75 |
| Nglanggran | 40 2 15 ,41 | 9,8084071 | 4,6152032 | 30 |
| | ε = 4 ,70 | | | |
| | **N°. 86.** | | | |
| *Salam* | 37° 2′ 27″,45 | 9,7798746 | 4,4908726 | 17 |
| Oengaran | 53 19 37 ,16 | 9,9042052 | 4,6152032 | 30 |
| Merbaboe | 89 37 58 ,68 | 9,9999911 | 4,7109892 | 47 |
| | ε = 3 ,27 | | | |
| | **N°. 87.** | | | |
| Banjoepahit | 70° 20′ 27″,36 | 9,9739177 | 4,6152032 | 30 |
| Merbaboe | 25 22 16 ,45 | 9,6319321 | 4,2732177 | 6 |
| Salam | 84 17 18 ,16 | 9,9978385 | 4,6391240 | 54 |
| | ε = 1 ,97 | | | |
| | **N°. 88.** | | | |
| Banjoepahit | 113° 8′ 43″,04 | 9,9635332 | 4,7109892 | 47 |
| Oengaran | 19 36 26 ,03 | 9,5257857 | 4,2732177 | 6 |
| *Salam* | 47 14 50 ,74 | 9,8658688 | 4,6133027 | 30 |
| | ε = 1 ,81 | | | |
| | **N°. 89.** | | | |
| Banjoepahit | 42° 48′ 17″,69 | 9,8321922 | 4,4908726 | 17 |
| Oengaran | 72 56 5 ,19 | 9,9804436 | 4,6391240 | 54 |
| Merbaboe | 64 15 42 ,25 | 9,9346222 | 4,6133027 | 30 |
| | ε = 3 ,11 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi-tament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 90.** | | | |
| Banjoepahit . . . . . | 66° 56′ 44″,02 | 9,9638507 | 4,6608342 | 38 |
| Morodemak . . . . . . . . . . | 55 33 45 ,28 | 9,9163193 | 4,6133027 | 30 |
| Oengaran . . . . . . . . . . . | 57 29 34 ,75 | 9,9259955 | 4,6229788 | 32 |
| | ε = 4 ,05 | | | |
| | **N°. 91.** | | | |
| Gading . . . . . . . . . . . . . | 23° 33′ 7″,86 | 9,6016085 | 4,2732177 | 6 |
| Banjoepahit . . . . . . . . . . | 94 10 41 ,04 | 9,9988445 | 4,6704537 | 39 |
| Salam . . . . . . . . . . . . . | 62 16 13 ,08 | 9,9470181 | 4,6186275 | 31 |
| | ε = 1 ,98 | | | |
| | **N°. 92.** | | | |
| Gading . . . . . . . . . . . . . | 47° 26′ 40″,60 | 9,8672458 | 4,6229788 | 32 |
| Morodemak . . . . . . . . . . | 46 49 33 ,93 | 9,8628945 | 4,6186275 | 31 |
| Banjoepahit . . . . . . . . . . | 85 43 49 ,91 | 9,9987931 | 4,7545261 | 58 |
| | ε = 4 ,44 | | | |
| | **N°. 93.** | | | |
| Gading . . . . . . . . . . . . . | 60° 36′ 7″,41 | 9,9401335 | 4,7687262 | 62 |
| Genoek . . . . . . . . . . . . . | 57 28 48 ,65 | 9,9259335 | 4,7545261 | 58 |
| Morodemak . . . . . . . . . . | 61 55 11 ,46 | 9,9456113 | 4,7742040 | 63 |
| | ε = 7 ,52 | | | |
| | **N°. 94.** | | | |
| Gading . . . . . . . . . . . . . | 86° 16′ 47″,21 | 9,9990839 | 4,8925466 | 109 |
| Boetak . . . . . . . . . . . . . | 49 27 10 ,96 | 9,8807413 | 4,7742040 | 63 |
| Genoek . . . . . . . . . . . . . | 44 16 10 ,10 | 9,8438765 | 4,7373392 | 53 |
| | ε = 8 ,27 | | | |
| | **N°. 95.** | | | |
| Segorogoenong . . . . . . . . | 33° 22′ 33″,19 | 9,7404648 | 4,4820172 | 16 |
| Boetak . . . . . . . . . . . . . | 72 38 50 ,31 | 9,9797700 | 4,7213224 | 50 |
| Wonotjolo . . . . . . . . . . . | 73 58 40 ,42 | 9,9827936 | 4,7243460 | 50 |
| | ε = 3 ,92 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 96.** | | | |
| Segorogoenong | 74° 18′ 25″,66 | 9,9835015 | 4,7575592 | 55 |
| Gading | 69 7 22 ,57 | 9,9705081 | 4,7245460 | 50 |
| Boetak | 36 34 18 ,57 | 9,7751218 | 4,5289597 | 20 |
| | ε = 4 ,40 | | | |
| | **N°. 97.** | | | |
| Segorogoenong | 65° 48 45″,50 | 9,9600950 | 4,6704557 | 39 |
| Salam | 41 11 26 ,02 | 9,8185990 | 4,5289597 | 20 |
| Gading | 72 59 54 ,35 | 9,9805928 | 4,6909555 | 45 |
| | ε = 5 ,87 | | | |
| | **N°. 98.** | | | |
| Segorogoenong | 22° 38 47″,64 | 9,5855121 | 4,3079740 | 7 |
| Kriljian | 68 26 15 ,67 | 9,9684916 | 4,6909555 | 45 |
| Salam | 88 54 59 ,25 | 9,9999224 | 4,7225845 | 50 |
| | ε = 2 ,54 | | | |
| | **N°. 99.** | | | |
| Lawoe | 56° 3′ 27″,74 | 9,9188689 | 4,8047017 | 75 |
| Nglanggran | 46 57 45 ,31 | 9,8638589 | 4,7496917 | 57 |
| Salam | 76 58 57 ,87 | 9,9886957 | 4,8745265 | 101 |
| | ε = 8 ,92 | | | |
| | **N°. 100.** | | | |
| Lawoe | 56° 27′ 39″,76 | 9,9209390 | 4,6909555 | 45 |
| Salam | 50 35 56 ,25 | 9,8900525 | 4,6600668 | 57 |
| Segorogoenong | 72 56 29 ,45 | 9,9796772 | 4,7496917 | 57 |
| | ε = 5 ,47 | | | |
| | **N°. 101.** | | | |
| Lawoe | 73° 45′ 35″,12 | 9,9825155 | 4,7225845 | 50 |
| Kriljian | 56 16 47 ,78 | 9,9199979 | 4,6600668 | 57 |
| Segorogoenong | 49 57 41 ,81 | 9,8840097 | 4,6240786 | 32 |
| | ε = 4 ,71 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 102.** | | | |
| Lawoe | 17° 17′ 35″,36 | 9,4731376 | 4,3079740 | 7 |
| Kritjian | 124 43 3 ,45 | 9,9148554 | 4,7496917 | 57 |
| Salam | 37 59 22 ,98 | 9,7892422 | 4,6240786 | 52 |
| | $\varepsilon$ = 1 ,79 | | | |
| | **N°. 103.** | | | |
| Lawoe | 38° 45′ 52″,38 | 9,7966586 | 4,6960287 | 44 |
| Nglanggran | 32 2 28 ,15 | 9,7247085 | 4,6240786 | 52 |
| Kritjian | 109 11 44 ,52 | 9,9751565 | 4,8745265 | 101 |
| | $\varepsilon$ = 5 ,05 | | | |
| | **N°. 104.** | | | |
| Lawoe | 43° 55′ 35″,27 | 9,8411933 | 4,7281142 | 51 |
| Gambiranom | 76 22 55 ,16 | 9,9876056 | 4,8745265 | 101 |
| Nglanggran | 59 41 38 ,44 | 9,9362079 | 4,8231288 | 79 |
| | $\varepsilon$ = 8 ,85 | | | |
| | **N°. 105.** | | | |
| Batawoe | 40° 0′ 21″,06 | 9,8081204 | 4,6240786 | 52 |
| *Kritjian* | 45 45 57 ,08 | 9,8552132 | 4,6711715 | 59 |
| Lawoe | 94 13 46 ,89 | 9,9988156 | 4,8147739 | 76 |
| | $\varepsilon$ = 5 ,03 | | | |
| | **N°. 106.** | | | |
| Batawoe | 85° 53′ 30″,89 | 9,9988827 | 4,8745265 | 101 |
| Nglanggran | 38 38 41 ,98 | 9,7955277 | 4,6711715 | 59 |
| Lawoe | 55 27 54 ,51 | 9,9158120 | 4,7914558 | 69 |
| | $\varepsilon$ = 7 ,38 | | | |
| | **N°. 107.** | | | |
| Batawoe | 45° 53′ 9″,84 | 9,8560985 | 4,6960287 | 44 |
| Nglanggran | 70 41 10 ,15 | 9,9748436 | 4,8147739 | 76 |
| *Kritjian* | 63 25 47 ,44 | 9,9515256 | 4,7914558 | 69 |
| | $\varepsilon$ = 7 ,41 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi-tament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 108.** | | | |
| Ratawoe | 145° 58′ 20″,99 | 9,7695054 | 4,8251288 | 79 |
| Gambiranom | 24 29 21 ,52 | 9,6175482 | 4,6711715 | 59 |
| Lawoe | 11 32 19 ,28 | 9,3010945 | 4,3547177 | 9 |
| | ε = 1 ,59 | | | |
| | **N°. 109.** | | | |
| Ratawoe | 58° 4′ 50″,10 | 9,9288015 | 4,7281142 | 51 |
| Gambiranom | 100 51 56 ,48 | 9,9921452 | 4,7914558 | 69 |
| Nglanggran | 21 3 16 ,46 | 9,5554052 | 4,3547177 | 9 |
| | ε = 3 ,04 | | | |
| | **N°. 110.** | | | |
| Sengoengloeng | 13° 54′ 7″,28 | 9,3806857 | 4,3547177 | 9 |
| Gambiranom | 36 2 39 ,41 | 9,7696803 | 4,7437122 | 55 |
| Ratawoe | 130 3 15 ,76 | 9,8839078 | 4,8579397 | 93 |
| | ε = 2 ,45 | | | |
| | **N°. 111.** | | | |
| Sengoengloeng | 55° 48′ 28″,46 | 9,9175885 | 4,8251288 | 79 |
| Gambiranom | 60 32 0 ,73 | 9,9398403 | 4,8455807 | 88 |
| Lawoe | 63 39 41 ,48 | 9,9525994 | 4,8579397 | 93 |
| | ε = 10 ,67 | | | |
| | **N°. 112.** | | | |
| Sengoengloeng | 41° 54′ 21″,18 | 9,8247173 | 4,6711715 | 59 |
| Ratawoe | 85 58 23 ,25 | 9,9989265 | 4,8455807 | 88 |
| Lawoe | 52 7 22 ,19 | 9,8972580 | 4,7437122 | 55 |
| | ε = 6 ,62 | | | |
| | **N°. 113.** | | | |
| Wilis | 70° 34′ 2″,79 | 9,9743272 | 4,8455807 | 88 |
| Lawoe | 32 38 19 ,54 | 9,7318631 | 4,6027166 | 29 |
| Sengoengloeng | 76 47 44 ,65 | 9,9883636 | 4,8592171 | 94 |
| | ε = 6 ,98 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 114.** | | | |
| Pandan | 75° 18′ 41″,50 | 9,9855695 | 4,8592171 | 94 |
| Lawoe | 56 43 47 ,78 | 9,7767551 | 4,6505807 | 56 |
| Wilis | 67 57 58 ,57 | 9,9670454 | 4,8406929 | 86 |
| | ε = 7 ,65 | | | |
| | **N°. 115.** | | | |
| Pandan | 38° 54′ 12″,24 | 9,7948164 | 4,6600668 | 57 |
| Segorogoenong | 70 54 46 ,91 | 9,9754425 | 4,8406929 | 86 |
| Lawoe | 70 31 8 ,48 | 9,9745976 | 4,8596479 | 86 |
| | ε = 7 ,65 | | | |
| | **N°. 116.** | | | |
| Pandan | 49° 31′ 57″,06 | 9,8812559 | 4,7215224 | 50 |
| Wonotjolo | 87 29 5 ,78 | 9,9995814 | 4,8596479 | 86 |
| Segorogoenong | 42 59 3 ,49 | 9,8556557 | 4,6757222 | 40 |
| | ε = 6 ,33 | | | |
| | **N. 117.** | | | |
| Pandan | 34° 32 45″,35 | 9,7556547 | 4,4654817 | 15 |
| Toenggangan | 66 57 11 ,57 | 9,9658752 | 4,6757222 | 40 |
| Wonotjolo | 78 30 6 ,55 | 9,9911955 | 4,7010425 | 45 |
| | ε = 5 ,45 | | | |
| | **N°. 118.** | | | |
| Toenggangan | 30° 41′ 16″,55 | 9,7078774 | 4,4820172 | 16 |
| Boetak | 29 16 38 ,55 | 9,6893419 | 4,4654817 | 15 |
| Wonotjolo | 120 2 7 ,27 | 9,9373758 | 4,7115156 | 47 |
| | ε = 1 ,95 | | | |
| | **N°. 119.** | | | |
| Watoetjèleng | 17° 59 11″,45 | 9,4896675 | 4,1075172 | 5 |
| Dradjat | 94 17 4 ,89 | 9,9987845 | 4,6166542 | 51 |
| Banjoelegi (Pyramide) | 67 45 44 ,95 | 9,9665307 | 4,5841805 | 26 |
| | ε = 1 ,25 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 120.** | | | |
| Watoetjèleng | 33° 2′ 14″,98 | 9,7365461 | 4,3429816 | 9 |
| Patjakaran | 71 48 49 ,33 | 9,9777450 | 4,5841805 | 26 |
| Dradjat | 75 8 57 ,77 | 9,9852456 | 4,5916811 | 27 |
| | ε = 2 ,08 | | | |
| | **N°. 121.** | | | |
| Watoetjèleng | 41° 59′ 24″,09 | 9,8254268 | 4,5116961 | 19 |
| Toenggangan | 53 32 29 ,77 | 9,9054118 | 4,5916811 | 27 |
| Patjakaran | 84 28 9 ,37 | 9,9979734 | 4,6842427 | 42 |
| | ε = 3 ,23 | | | |
| | **N°. 122.** | | | |
| Nongko | 67° 48′ 56″,31 | 9,9665815 | 4,6842427 | 42 |
| Toenggangan | 39 28 37 ,50 | 9,8032997 | 4,5209610 | 20 |
| Watoetjèleng | 72 42 30 ,10 | 9,9799275 | 4,6975887 | 44 |
| | ε = 3 ,91 | | | |
| | **N°. 123.** | | | |
| Nongko | 71° 1′ 13″,62 | 9,9757234 | 4,7010425 | 45 |
| Pandan | 69 44 31 ,90 | 9,9722696 | 4,6975887 | 44 |
| Toenggangan | 39 14 18 ,52 | 9,8010946 | 4,5264137 | 20 |
| | ε = 4 ,04 | | | |
| | **N°. 124.** | | | |
| Nongko | 51° 36′ 25″,25 | 9,8941884 | 4,6503807 | 36 |
| Wilis | 36 5 46 ,61 | 9,7702214 | 4,5264137 | 20 |
| Pandan | 92 17 51 ,97 | 9,9996507 | 4,7558431 | 58 |
| | ε = 3 ,83 | | | |
| | **N°. 125.** | | | |
| Boetak | 46° 59′ 34″,96 | 9,8640785 | 4,7558431 | 58 |
| Wilis | 62 26 5 ,34 | 9,9476714 | 4,8394363 | 86 |
| Nongko | 70 34 29 ,18 | 9,9745468 | 4,8663117 | 97 |
| | ε = 9 ,48 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi-tament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 126.** | | | |
| Wilis | 86° 21′ 20″,75 | 9,9991209 | 4,8184120 | 78 |
| Sengoengloeng | 56 14 56 ,49 | 9,9198414 | 4,7591526 | 54 |
| Gèbang | 37 25 48 ,35 | 9,7834255 | 4,6027166 | 29 |
| | $\varepsilon$ = 5 ,59 | | | |
| | **N°. 127.** | | | |
| Boetak | 47° 58′ 4″,49 | 9,8708545 | 4,7591526 | 54 |
| Gèbang | 95 26 55 ,70 | 9,9980532 | 4,8665117 | 97 |
| Wilis | 36 35 5 ,95 | 9,7752568 | 4,6435535 | 35 |
| | $\varepsilon$ = 6 ,14 | | | |
| | **N°. 128.** | | | |
| Boetak | 66° 32′ 51″,17 | 9,9656417 | 4,6251502 | 52 |
| Slamat | 74 35 34 ,06 | 9,9840468 | 4,6435535 | 35 |
| Gèbang | 38 53 17 ,71 | 9,7946725 | 4,4541608 | 15 |
| | $\varepsilon$ = 2 ,94 | | | |
| | **N°. 129.** | | | |
| Boetak | 49° 32′ 14″,25 | 9,8812867 | 4,5859518 | 10 |
| Ronggo | 63 25 19 ,06 | 9,9514957 | 4,4541608 | 15 |
| Slamat | 67 2 28 ,33 | 9,9641585 | 4,4668256 | 15 |
| | $\varepsilon$ = 1 ,62 | | | |
| | **N°. 130.** | | | |
| Ronggo | 127° 10′ 17″,58 | 9,9015657 | 4,6554880 | 55 |
| *Smèroe (Pyramide)* | 26 31 11 ,56 | 9,6498295 | 4,5859518 | 10 |
| Slamat | 26 18 32 ,04 | 9,6466100 | 4,5807525 | 10 |
| | $\varepsilon$ = 1 ,18 | | | |
| | **N°. 131.** | | | |
| Ronggo | 46° 52′ 40″,44 | 9,8632626 | 4,2684520 | 6 |
| Ketjiri | 70 57 52 ,24 | 9,9755628 | 4,5807525 | 10 |
| *Smèroe (Pyramide)* | 62 9 48 ,32 | 9,9465915 | 4,5517608 | 9 |
| | $\varepsilon$ = 1, 00 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 152.** | | | |
| Ardjoeno . . . . . . . . . . . . . | 35° 57′ 24″,20 | 9,7687668 | 4,3517608 | 9 |
| Ronggo . . . . . . . . . . . . . | 77 20 6 ,28 | 9,9893024 | 4,5722964 | 25 |
| Keljiri . . . . . . . . . . . . . . | 66 42 31 ,49 | 9,9630824 | 4,5460764 | 22 |
| | ε = 1 ,97 | | | |
| | **N°. 153.** | | | |
| Ardjoeno . . . . . . . . . . . . . | 55° 4′ 15″,73 | 9,9137410 | 4,4668256 | 15 |
| Boetak . . . . . . . . . . . . . . | 79 44 9 ,49 | 9,9929958 | 4,5460764 | 22 |
| Ronggo . . . . . . . . . . . . . | 45 11 36 ,64 | 9,8509469 | 4,4040294 | 12 |
| | ε = 1 ,86 | | | |
| | **N°. 154.** | | | |
| Ardjoeno . . . . . . . . . . . . . | 89° 35′ 25″,67 | 9,9999889 | 4,8394363 | 86 |
| Nongko . . . . . . . . . . . . . . | 21 31 34 ,84 | 9,5645820 | 4,4040294 | 12 |
| Boetak . . . . . . . . . . . . . . | 68 53 5 ,66 | 9,9698158 | 4,8092652 | 74 |
| | ε = 4 ,17 | | | |
| | **N°. 155.** | | | |
| Penanggoengan . . . . . . . . | 97° 53′ 52″,70 | 9,9958608 | 4,8092652 | 74 |
| Nongko . . . . . . . . . . . . . . | 14 54 37 ,72 | 9,4104559 | 4,2238585 | 5 |
| Ardjoeno . . . . . . . . . . . . . | 67 11 32 ,12 | 9,9646418 | 4,7780442 | 64 |
| | ε = 2 ,54 | | | |
| | **N°. 156.** | | | |
| Penanggoengan . . . . . . . . | 33° 23′ 9″,97 | 9,7405825 | 4,5209610 | 20 |
| Watoetjéleng . . . . . . . . . . | 84 3 51 ,46 | 9,9976655 | 4,7780442 | 64 |
| Nongko . . . . . . . . . . . . . . | 62 33 3 ,08 | 9,9481295 | 4,7285082 | 51 |
| | ε = 4 ,51 | | | |
| | **N°. 157.** | | | |
| Petoekangan (Pyramide) . | 76° 43′ 14″,99 | 9,9882500 | 4,7285082 | 51 |
| Watoetjéleng . . . . . . . . . . | 62 20 49 ,58 | 9,9473256 | 4,6876018 | 43 |
| Penanggoengan . . . . . . . . | 40 55 59 ,80 | 9,8163604 | 4,5566586 | 23 |
| | ε = 4 ,37 | | | |

N°. 138.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Petoekangan (Pyramide) | 59° 52′ 46″,30 | 9,9370021 | 4,5841805 | 26 |
| Dradjat | 54 16 27 ,13 | 9,9094602 | 4,5566386 | 23 |
| Watoetjéleng | 65 50 49 ,79 | 9,9602125 | 4,6073910 | 29 |
| | ε = 3 ,22 | | | |

N°. 139.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Petoekangan (Pyramide) | 74° 54′ 12″,37 | 9,9847468 | 4,6166342 | 31 |
| Banjoelegi (Pyramide) | 57 14 12 ,08 | 9,9247512 | 4,5566386 | 23 |
| Watoetjéleng | 47 51 38 ,36 | 9,8701201 | 4,5020075 | 18 |
| | ε = 2 ,81 | | | |

N°. 140.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Petoekangan (Pyramide) | 15° 1′ 26″,07 | 9,4136720 | 4,1075172 | 3 |
| Banjoelegi (Pyramide) | 124 57 57 ,01 | 9,9135457 | 4,6073910 | 29 |
| Dradjat | 40 0 37 ,76 | 9,8081622 | 4,5020075 | 18 |
| | ε = 0 ,84 | | | |

N°. 141.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Petoekangan (Pyramide) | 78° 59′ 53″,66 | 9,9919440 | 4,7002240 | 45 |
| Bangsri | 38 27 20 ,62 | 9,7937275 | 4,5020075 | 18 |
| Banjoelegi (Pyramide) | 62 32 49 ,33 | 9,9481144 | 4,6563945 | 37 |
| | ε = 3 ,61 | | | |

N°. 142.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Seléret | 36° 8′ 43″,69 | 9,7707323 | 4,5020075 | 18 |
| Petoekangan (Pyramide) | 104 25 15 ,40 | 9,9860961 | 4,7173713 | 49 |
| Banjoelegi (Pyramide) | 39 26 3 ,60 | 9,8029060 | 4,5341812 | 21 |
| | ε = 2 ,69 | | | |

N°. 143.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Seléret | 109° 4′ 31″,47 | 9,9754728 | 4,6563945 | 37 |
| Petoekangan (Pyramide) | 25 25 21 ,73 | 9,6327558 | 4,3136754 | 8 |
| Bangsri | 45 30 8 ,50 | 9,8532597 | 4,5341812 | 21 |
| | ε = 1 ,70 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi-tament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 144.** | | | |
| Seléret | 72° 35′ 47″,78 | 9,9804336 | 4,7002240 | 45 |
| Banjoelegi (Pyramide) | 25 6 45 ,73 | 9,5958850 | 4,5136734 | 8 |
| Bangsri | 83 57 29 ,12 | 9,9975808 | 4,7173713 | 49 |
| | ε = 2 ,62 | | | |
| | **N°. 145.** | | | |
| Seléret | 60° 50′ 6″,25 | 9,9411259 | 4,5708913 | 25 |
| Bangsri | 90 17 12 ,52 | 9,9999946 | 4,6297622 | 35 |
| Rantja | 28 52 45 ,19 | 9,6839079 | 4,3136734 | 8 |
| | ε = 1 ,96 | | | |
| | **N°. 146.** | | | |
| Seléret | 34° 49′ 9″,08 | 9,7566274 | 4,3897153 | 11 |
| Rantja | 62 15 39 ,29 | 9,9469807 | 4,5800666 | 26 |
| Madoe | 82 55 13 ,98 | 9,9966763 | 4,6297622 | 35 |
| | ε = 2 ,35 | | | |
| | **N°. 147.** | | | |
| Madoe | 57° 49′ 38″,35 | 9,9275998 | 4,5695402 | 25 |
| Rantja | 88 9 16 ,62 | 9,9997747 | 4,6417151 | 34 |
| Tamboeko | 34 1 7 ,36 | 9,7477729 | 4,3897153 | 11 |
| | ε = 2 ,33 | | | |
| | **N°. 148.** | | | |
| Madoe | 34° 22′ 32″,67 | 9,7517544 | 4,4046476 | 12 |
| Tamboeko | 42 40 51 ,31 | 9,8311752 | 4,4840684 | 17 |
| Djoemiang | 102 56 37 ,94 | 9,9888219 | 4,6417151 | 34 |
| | ε = 1 ,92 | | | |
| | **N°. 149.** | | | |
| Djoemiang | 48° 28′ 14″,12 | 9,8742588 | 4,4304584 | 15 |
| Tamboeko | 86 39 58 ,96 | 9,9992645 | 4,5554641 | 25 |
| Lagoendi | 44 51 48 ,67 | 9,8484480 | 4,4046476 | 12 |
| | ε = 1 ,75 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi-tament. |
|---|---|---|---|---|
| **N°. 150.** | | | | |
| Lagoendi | 85° 26′ 41″,99 | 9,9986261 | 4,5588190 | 23 |
| Tamboeko | 46 40 25 ,11 | 9,8618074 | 4,4220005 | 13 |
| Boeroean | 47 52 54 ,71 | 9,8702655 | 4,4304584 | 13 |
| | ε = 1 ,81 | | | |
| **N°. 151.** | | | | |
| Lagoendi | 46° 56′ 25″,56 | 9,8657060 | 4,4557146 | 13 |
| Boeroean | 87 43 58 ,85 | 9,9996585 | 4,5696669 | 25 |
| Poelo Gilian | 45 19 37 ,43 | 9,8519917 | 4,4220005 | 13 |
| | ε = 1 ,84 | | | |
| **N°. 152.** | | | | |
| Seléret | 43° 48′ 23″,45 | 9,8555171 | 4,6876018 | 43 |
| Penanggoengan | 30 14 21 ,43 | 9,7020965 | 4,5341812 | 21 |
| Petoekangan (Pyramide) | 105 57 17 ,24 | 9,9869894 | 4,8190741 | 78 |
| | ε = 4 ,12 | | | |
| **N°. 153.** | | | | |
| Pasoeroean | 90° 51′ 58″,47 | 9,9999505 | 4,8190741 | 78 |
| Penanggoengan | 59 26 25 ,85 | 9,9350544 | 4,7541782 | 58 |
| Seléret | 29 41 40 ,41 | 9,6949351 | 4,5140589 | 19 |
| | ε = 4 ,73 | | | |
| **N°. 154.** | | | | |
| Pasoeroean | 25° 19′ 43″,19 | 9,6312510 | 4,2258585 | 5 |
| Ardjoeno | 56 34 7 ,94 | 9,9214516 | 4,5140589 | 19 |
| Penanggoengan | 98 6 10 ,25 | 9,9956425 | 4,5882498 | 27 |
| | ε = 1 ,38 | | | |
| **N°. 155.** | | | | |
| Pasoeroean | 60° 11′ 44″,68 | 9,9383839 | 4,5722964 | 25 |
| Ketjiri | 64 11 2 ,02 | 9,9543373 | 4,5882498 | 27 |
| Ardjoeno | 55 37 16 ,35 | 9,9166237 | 4,5505362 | 23 |
| | ε = 3 ,05 | | | |

| Dreieckspunt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 156.** | | | |
| *Argowoelan* | 59° 12′ 57″,86 | 9,9540204 | 4,5882498 | 27 |
| Ardjoeno | 45 2 56 ,40 | 9,8541562 | 4,4885655 | 17 |
| Pasoeroean | 77 44 48 ,72 | 9,9899921 | 4,6442215 | 55 |
| | $\varepsilon$ = 2 ,98 | | | |
| | **N°. 157.** | | | |
| *Argowoelan* | 46° 51′ 9″,19 | 9,8630826 | 4,5722964 | 25 |
| Ardjoeno | 12 34 59 ,95 | 9,5579870 | 4,0472008 | 2 |
| Ketjiri | 120 34 11 ,77 | 9,9350077 | 4,6442215 | 55 |
| | $\varepsilon$ = 0 ,92 | | | |
| | **N°. 158.** | | | |
| Argowoelan | 50° 34′ 51″,68 | 9,8879146 | 4,2684520 | 6 |
| *Smeroe (Pyramide)* | 27 39 24 ,55 | 9,6666805 | 4,0472008 | 2 |
| Ketjiri | 101 45 44 ,50 | 9,9907854 | 4,5715056 | 10 |
| | $\varepsilon$ = 0 ,51 | | | |
| | **N°. 159.** | | | |
| Argowoelan | 106° 5′ 47″,06 | 9,9827045 | 4,5505562 | 25 |
| Ketjiri | 56 25 9 ,75 | 9,9205556 | 4,4885655 | 17 |
| Pasoeroean | 17 33 4 ,04 | 9,4795689 | 4,0472008 | 2 |
| | $\varepsilon$ = 0 ,84 | | | |
| | **N°. 160.** | | | |
| Argowoelan | 24° 22′ 52″,05 | 9,6156515 | 4,1146884 | 5 |
| Pasoeroean | 52 38 29 ,94 | 9,9022057 | 4,4012428 | 11 |
| Semonkron | 102 58 38 ,85 | 9,9895284 | 4,4885655 | 17 |
| | $\varepsilon$ = 0 ,82 | | | |
| | **N°. 161.** | | | |
| Pakem | 36° 4′ 5″,05 | 9,7699279 | 4,5715056 | 10 |
| Argowoelan | 91 18 49 ,12 | 9,9998858 | 4,6012615 | 29 |
| *Smeroe (Pyramide)* | 52 37 7 ,75 | 9,9001565 | 4,5015520 | 18 |
| | $\varepsilon$ = 1 ,90 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi- tament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 162.** | | | |
| Pakem . . . . . . . . . . . . . . | 59° 20′ 21″,45 | 9,8020285 | 4,4012428 | 11 |
| Semonkron . . . . . . . . . . . | 52 59 40 ,48 | 9,9025177 | 4,5015520 | 18 |
| Argowoelan . . . . . . . . . . . | 87 40 0 ,11 | 9,9996598 | 4,5988541 | 28 |
| | ε = 2 ,04 | | | |
| | **N°. 163.** | | | |
| Pakem . . . . . . . . . . . . . . | 59° 14′ 59″,65 | 9,8012006 | 5,4000821 | 11 |
| Poelo Ketapang. . . . . . . . | 90 38 56 ,81 | 9,9999726 | 4,5988541 | 28 |
| Semonkron . . . . . . . . . . . | 50 6 25 ,54 | 9,8849558 | 4,4858155 | 17 |
| | ε = 1 ,95 | | | |
| | **N°. 164.** | | | |
| Pakem. . . . . . . . . . . . . . . | 96° 0′ 29″,54 | 9,9976078 | 4,7800655 | 65 |
| *Suèroe (Pyramide).* . . . . . | 42 46 45 ,52 | 9,8519775 | 4,6144550 | 50 |
| Bèsèh. . . . . . . . . . . . . . . | 41 12 51 ,51 | 9,8188041 | 4,6012615 | 29 |
| | ε = 4 ,17 | | | |
| | **N°. 165.** | | | |
| Argopoero . . . . . . . . . . . . | 69° 48′ 21″,56 | 9,9724477 | 4,6144550 | 50 |
| Bèsèh . . . . . . . . . . . . . . . | 52 57 57 ,47 | 9,9002562 | 4,5422255 | 22 |
| Pakem. . . . . . . . . . . . . . . | 57 55 44 ,07 | 9,9265294 | 4,5685167 | 25 |
| | ε = 5 ,10 | | | |
| | **N°. 166.** | | | |
| Argopoero . . . . . . . . . . . . | 40° 25′ 22″,48 | 9,8115625 | 4,4858155 | 17 |
| Pakem . . . . . . . . . . . . . . . | 91 46 20 ,28 | 9,9997922 | 4,6720450 | 40 |
| Poelo Ketapang. . . . . . . . | 47 50 19 ,95 | 9,8699707 | 4,5422255 | 22 |
| | ε = 2 ,71 | | | |
| | **N°. 167.** | | | |
| Argopoero . . . . . . . . . . . . | 51° 59 19″,25 | 9,8944784 | 4,5695557 | 25 |
| Poelo Ketapang . . . . . . . | 51 48 40 ,10 | 9,7219105 | 4,5967857 | 11 |
| Loeroes . . . . . . . . . . . . . . | 96 52 5 ,02 | 9,9971697 | 4,6720450 | 40 |
| | ε = 2 ,55 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 168.** | | | |
| Rika | 56° 56′ 4″,55 | 9,7788057 | 4,5685167 | 25 |
| Argopoero | 55 0 48 ,25 | 9,7562651 | 4,5257781 | 20 |
| Bêsèh | 110 5 10 ,42 | 9,9728597 | 4,7625527 | 60 |
| | ε = 2 ,98 | | | |
| | **N°. 169.** | | | |
| Majang | 61° 20′ 40″,07 | 9,9452562 | 4,5257781 | 20 |
| Bêsèh | 40 4 22 ,51 | 9,8087249 | 4,5912467 | 11 |
| Rika | 78 54 59 ,69 | 9,9915206 | 4,5758425 | 25 |
| | ε = 2 ,07 | | | |
| | **N°. 170.** | | | |
| Majang | 54° 29′ 22″,95 | 9,9106504 | 4,5685167 | 25 |
| Argopoero | 55 51 52 ,27 | 9,9161561 | 4,5758425 | 25 |
| Bêsèh | 69 58 48 ,11 | 9,9729507 | 4,6506170 | 55 |
| | ε = 5 ,55 | | | |
| | **N°. 171.** | | | |
| Majang | 115° 50′ 5″,01 | 9,9542710 | 4,7625527 | 60 |
| Argopoero | 22 51 4 ,04 | 9,5851650 | 4,5912467 | 11 |
| Rika | 41 58 55 ,56 | 9,8225555 | 4,6506170 | 55 |
| | ε = 2 ,41 | | | |
| | **N°. 172.** | | | |
| Kemirisongo | 79° 5′ 44″,62 | 9,9920870 | 4,5758425 | 25 |
| Bêsèh | 5 4 58 ,51 | 8,9474208 | 5,5291762 | 0 |
| Majang | 95 49 17 ,19 | 9,9977544 | 4,5795099 | 26 |
| | ε = 0 ,52 | | | |
| | **N°. 175.** | | | |
| Kemirisongo | 155° 29′ 11″,57 | 9,8457655 | 4,6506170 | 55 |
| Argopoero | 5 10 54 ,42 | 8,7445247 | 5,5291762 | 0 |
| Majang | 41 19 54 ,25 | 9,8198187 | 4,6046702 | 29 |
| | ε = 0 ,24 | | | |

### N°. 174.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi-tament. |
|---|---|---|---|---|
| Kemirisongo | 56° 25′ 26″,95 | 9,9205577 | 4,5685167 | 25 |
| Argopoero | 58 42 46 ,69 | 9,9517509 | 4,5795099 | 26 |
| Bèsèh | 64 55 49 ,60 | 9,9569112 | 4,6046702 | 29 |
| | $\varepsilon$ = 5 ,24 | | | |

### N°. 175.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi-tament. |
|---|---|---|---|---|
| Bèsèr | 55° 1′ 12″,56 | 9,9154715 | 4,6046702 | 29 |
| Argopoero | 82 57 11 ,25 | 9,9965871 | 4,6875858 | 42 |
| Kemirisongo | 42 21 59 ,57 | 9,8285507 | 4,5197294 | 20 |
| | $\varepsilon$ = 5 ,58 | | | |

### N°. 176.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi-tament. |
|---|---|---|---|---|
| Bèsèr | 47° 1′ 11″,99 | 9,8642688 | 4,5967857 | 11 |
| Loeroes | 76 9 50 ,97 | 9,9872125 | 4,5197294 | 20 |
| Argopoero | 56 48 58 ,79 | 9,9226841 | 4,4552011 | 15 |
| | $\varepsilon$ = 1 ,75 | | | |

### N°. 177.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi-tament. |
|---|---|---|---|---|
| Bèsèr | 117° 6′ 57″,94 | 9,9494529 | 4,7020980 | 45 |
| Kaliasin | 50 16 28 ,76 | 9,7025560 | 4,4552011 | 15 |
| Loeroes | 52 56 55 ,28 | 9,7315860 | 4,4842509 | 17 |
| | $\varepsilon$ = 1 ,98 | | | |

### N°. 178.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi-tament. |
|---|---|---|---|---|
| Soeket | 55° 58′ 10″,68 | 9,7689017 | 4,4842509 | 17 |
| Bèsèr | 92 27 48 ,65 | 9,9995984 | 4,7149277 | 48 |
| Kaliasin | 51 54 5 ,85 | 9,8939525 | 4,6092815 | 50 |
| | $\varepsilon$ = 5 ,16 | | | |

### N°. 179.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi-tament. |
|---|---|---|---|---|
| Soeket | 55° 59′ 55″,55 | 9,7457079 | 4,5197294 | 20 |
| Argopoero | 42 56 8 ,55 | 9,8552601 | 4,6092815 | 50 |
| Bèsèr | 105 24 21 ,44 | 9,9880021 | 4,7640256 | 60 |
| | $\varepsilon$ = 5 ,54 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi- tament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 180.** | | | |
| Soeket | 77° 7' 27",95 | 9,9889406 | 4,6875858 | 42 |
| Kemirisongo | 54 29 26 ,96 | 9,9106565 | 4,6092815 | 50 |
| Bèsér | 48 25 8 ,88 | 9,8756888 | 4,5725540 | 25 |
| | ε = 5 ,77 | | | |
| | **N°. 181.** | | | |
| Soeket | 45° 27 54",58 | 9,8575558 | 4,6046702 | 29 |
| Kemirisongo | 96 51 6 ,55 | 9,9968872 | 4,7640256 | 60 |
| Argopoero | 59 41 2 ,70 | 9,8051977 | 4,5725540 | 25 |
| | ε = 5 ,81 | | | |
| | **N°. 182.** | | | |
| Lemboe | 64° 19' 25",75 | 9,9548467 | 4,5725540 | 25 |
| Kemirisongo | 65 0 47 ,51 | 9,9575224 | 4,5748097 | 25 |
| Soeket | 50 39 51 ,50 | 9,8884297 | 4,5059170 | 18 |
| | ε = 2 ,76 | | | |
| | **N°. 183.** | | | |
| Lemboe | 5° 57 27",78 | 8,9912545 | 5,5291762 | 0 |
| Majang | 111 45 58 ,08 | 9,9679054 | 4,5059170 | 18 |
| Kemirisongo | 62 58 54 ,59 | 9,9485128 | 4,4864544 | 17 |
| | ε = 0 ,25 | | | |
| | **N°. 184.** | | | |
| Degong | 26° 54' 1",62 | 9,6555626 | 4,5748097 | 25 |
| Soeket | 22 25 4 ,54 | 9,5807208 | 4,4999679 | 18 |
| Lemboe | 130 42 56 ,55 | 9,8796441 | 4,7988912 | 71 |
| | ε = 2 ,29 | | | |
| | **N°. 185.** | | | |
| Ikan | 51° 30' 45",77 | 9,8956209 | 4,4999679 | 18 |
| Lemboe | 44 47 16 ,72 | 9,8478720 | 4,4542189 | 15 |
| Degong | 83 41 59 ,78 | 9,9975695 | 4,6057161 | 29 |
| | ε = 2 ,27 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 186.** | | | |
| Ikan | 96° 30′ 13″,07 | 9,9971962 | 4,7988912 | 71 |
| Soeket | 26 41 52 ,60 | 9,6525258 | 4,4542189 | 15 |
| Degong | 56 47 58 ,16 | 9,9226007 | 4,7242957 | 50 |
| | ε = 3 ,83 | | | |
| | **N°. 187.** | | | |
| Ikan | 44° 59′ 27″,39 | 9,8494161 | 4,5748097 | 25 |
| Soeket | 49 4 56 ,94 | 9,8785225 | 4,6057161 | 29 |
| Lemboe | 85 55 39 ,61 | 9,9989021 | 4,7242957 | 50 |
| | ε = 3 ,83 | | | |
| | **N°. 188.** | | | |
| Ikan | 26° 50′ 49″,47 | 9,6547645 | 4,4974568 | 18 |
| Sahari | 130 24 38 ,58 | 9,8816250 | 4,7242957 | 50 |
| Soeket | 22 44 33 ,79 | 9,5872548 | 4,4299274 | 15 |
| | ε = 1 ,64 | | | |
| | **N°. 189.** | | | |
| Tandjong Pakem (alt-) | 62° 45′ 22″,19 | 9,9489542 | 4,6057161 | 29 |
| Lemboe | 32 9 33 ,20 | 9,7261552 | 4,5809169 | 10 |
| Ikan | 85 5 7 ,07 | 9,9984005 | 4,6551821 | 56 |
| | ε = 2 ,46 | | | |
| | **N°. 190.** | | | |
| Tandjong Pakem (alt-) | 115° 48′ 26″,88 | 9,9545689 | 4,7242957 | 50 |
| Soeket | 24 5 55 ,44 | 9,6109905 | 4,5809169 | 10 |
| Ikan | 40 5 39 ,77 | 9,8089186 | 4,5788451 | 26 |
| | ε = 2 ,09 | | | |
| | **N°. 191.** | | | |
| Tandjong Pakem (alt-) | 53° 3′ 4″,69 | 9,9026414 | 4,5748097 | 25 |
| Soeket | 73 10 52 ,38 | 9,9810139 | 4,6551821 | 56 |
| Lemboe | 53 46 6 ,41 | 9,9066770 | 4,5788451 | 26 |
| | ε = 3 ,48 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| **N°. 192.** | | | | |
| Tandjong Pakem (alt-). . | 109° 16′ 6″,45 | 9,9749640 | 4,4299274 | 13 |
| Sahari . . . . . . . . . . . . . . . | 57 29 3 ,65 | 9,9259536 | 4,3809169 | 10 |
| Ikan. . . . . . . . . . . . . . . . | 13 14 50 ,50 | 9,3601286 | 3,8150919 | 1 |
| | ε = 0 ,58 | | | |
| **N°. 193.** | | | | |
| Tandjong Pakem (alt-). . | 6° 32′ 20″,45 | 9,0564461 | 4,4974368 | 18 |
| Soeket . . . . . . . . . . . . . . | 1 21 21 ,65 | 8,3741011 | 3,8150919 | 1 |
| Sahari . . . . . . . . . . . . . . . | 172 6 17 ,99 | 9,1378544 | 4,5788451 | 26 |
| | ε = 0 ,07 | | | |
| **N°. 194.** | | | | |
| Baloeran . . . . . . . . . . . . . | 53° 1′ 27″,45 | 9,9024872 | 4,5788451 | 26 |
| Soeket. . . . . . . . . . . . . . . | 67 4 38 ,42 | 9,9642745 | 4,6406324 | 34 |
| Tandjong Pakem (alt-). . | 59 53 57 ,81 | 9,9370894 | 4,6134475 | 30 |
| | ε = 3 ,66 | | | |
| **N°. 195.** | | | | |
| Baloeran . . . . . . . . . . . . . | 74° 21′ 7″,46 | 9,9835980 | 4,7149277 | 48 |
| Kaliasin. . . . . . . . . . . . . . | 49 39 57 ,96 | 9,8821176 | 4,6134475 | 30 |
| Soeket. . . . . . . . . . . . . . . | 55 58 59 ,09 | 9,9184877 | 4,6498174 | 36 |
| | ε = 4 ,51 | | | |
| **N°. 196.** | | | | |
| Baloeran . . . . . . . . . . . . . | 43° 45′ 31″,15 | 9,8398689 | 4,6092815 | 30 |
| Bésér. . . . . . . . . . . . . . . . | 44 17 23 ,56 | 9,8440347 | 4,6134475 | 30 |
| Soeket. . . . . . . . . . . . . . . | 91 57 9 ,77 | 9,9997477 | 4,7691604 | 62 |
| | ε = 4 ,26 | | | |
| **N°. 197.** | | | | |
| Baloeran . . . . . . . . . . . . . | 30° 35′ 36″,35 | 9,7066688 | 4,4842309 | 17 |
| Kaliasin. . . . . . . . . . . . . . | 101 14 1 ,81 | 9,9915985 | 4,7691604 | 62 |
| Bésér. . . . . . . . . . . . . . . . | 48 10 25 ,27 | 9,8722555 | 4,6498174 | 36 |
| | ε = 3 ,41 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 198.** | | | |
| Tandjong Pakem (neu-). | 120° 56′ 21″,08 | 9,9335422 | 4,4299274 | 15 |
| Sahari . . . . . . . . . . . . . . . | 47 11 8 ,84 | 9,8654564 | 4,3620216 | 9 |
| Ikan. . . . . . . . . . . . . . . . | 11 52 30 ,41 | 9,3134014 | 3,8099865 | 1 |
| | $\epsilon$ = 0 ,33 | | | |

## Anschluss der Tegal-Pekalongan'schen Kette an das primäre Dreiecksnetz.

Die Verbindung der Hauptnetze van West- und Ost-Java ist, wie S. 4 vermeldet ist, im J. 1874 durch die Residentschaften Banjoemas und Baglen, mittels der primären Dreiecke

Tjerimaj - Bongkok - Slamat III,
Bongkok - Tjemiring - Slamat III,
Tjemiring - Ardjoeno - Slamat III,
Ardjoeno - Kembang - Slamat III,
und Kembang - Prahoe - Slamat III

hergestellt worden. Der Nordküste entlang bildete, quer durch die Residentschaften Pekalongan und Tegal, eine bereits in den Jahren 1865—66 gemessene Kette von kleineren Dreiecken eine ähnliche Verbindung, und zwar zwischen den Seiten Kromon—Tjerimaj und Tembok-Prahoe, während, wie bereits S. 45 gesagt worden ist, die relative Lage zwischen dem zu dieser Kette gehörenden Standpunkte Slamat IV und dem oben genannten Slamat III durch eine im Krater des Berges ausgeführte Triangulation bekannt war, über welche der folgende Abschnitt die Einzelheiten enthalten wird.

Die Messungen für diese nördliche Kette waren aber noch grösstentheils auf Bambus-Signale ausgeführt, und dies war der Grund weshalb ich es vorzog, die Kette an die südliche Verbindung, bei welcher nur auf Heliotrope gemessen wurde, anzuschliessen.

Es wurde noch vorher von Herrn Tennissen ein Versuch gemacht, die Kette an und für sich, mit Rücksicht, wo es anging, auf die Gewichte, auszugleichen, indem von den Seiten Kromon-Tjerimaj und Tembok-Prahoe nur die Längen in Metern dem primären Netze entnommen wurden. Bei dieser Ausgleichung war die Anzahl der Bedingungsgleichungen = 21, die Summe der Fehlerquadrate, wenn allen Fehlern das Gewicht = 1 gegeben wurde, war 45,6. Als aber darauf aus der geographischen Länge und Breite von Tembok und Prahoe, westwärts fortschreitend, die Längen und Breiten der übrigen Dreieckspunkte berechnet wurden, so zeigten sich die folgenden Unterschiede:

Primäres Netz — Tennissen.

| | In Sekunden. | | In Metern. | |
|---|---|---|---|---|
| | Südliche Breite | Länge Ost von Batavia | Südliche Breite | Länge Ost von Batavia. |
| Slamat IV. . . . . . . . . . . . | — 0",011 | — 0",070 | — 0,34 | — 0,215 |
| Tjerimaj IV. . . . . . . . . . . | + 0 ,001 | — 0 ,164 | + 0,03 | — 5,05 |
| Kromon. . . . . . . . . . . . . . | + 0 ,0015 | — 0 ,1685 | + 0,05 | — 5,17 |

Die Seite Kromon-Tjerimaj kam also, nach der gemachten Ausgleichung, welche streng nach der Methode der kleinsten Quadrate durchgeführt worden war, ziemlich genau der angenommenen parallel, auch die geographischen Breiten stimmten gut, die Kette war aber in der Richtung Ost-West um etwa 5 Meter zu kurz, was auf 190000 Meter $\frac{1}{38000}$ der Ganzen betrug.

Die Vereinigung der nördlichen mit den südlichen Dreiecken zu einem Ganzen würde zu sehr langwierigen Rechnungen geführt haben; und so wurde erst ein Versuch gemacht, die ganze Tegal-Pekalonganscho Kette in die Länge dergestalt proportional auszubreiten, dass die Seite Tjerimaj-Kromon richtig an ihre Stelle geführt wurde; die Richtungen wurden dazu durch eine der Sinus des doppelten Azimuths proportionale Verbesserung geändert, und die geringen an den Punkten Tjerimaj und Kromon übrigbleibenden Unterschiede durch passende, unbedeutende Correctionen an einzelne Richtungen weggeschafft. Der Anschluss an Slamat IV, dessen Ort aus Slamat III abgeleitet wurde, stimmte ziemlich, (um 0″,0125 oder 0ᵐ,377 zu viel Nord, und um 0″,007, oder 0ᵐ,215 zu viel West,) die Summe der Fehlerquadrate wuchs aber zu 507,4 an.

Ein erneuerter Anschluss an Slamat, Kromon und Tjerimaj, welchen Herr M. L. J. van Asperen übernahm, wobei aber nur partielle Ausgleichungen stattfanden, verringerte die genannte Summe zu 101,5.

Endlich kam ich zu dem Entschluss die Kette nach der Methode der kleinsten Quadrate dem schon fertigen primären Netze anzuschliessen, dergestalt dass die Punkte Tembok, Prahoe, Slamat, Kromon und Tjerimaj als fest angenommen wurden. Ich theilte zu diesem Zwecke die Kette in zwei Theile; der erste Theil reichte von der Seite Tembok-Prahoe bis zum Slamat, der zweite Theil von Slamat bis zu der Seite Kromon-Tjerimaj.

Ich wählte die Methode zu untersuchen, welche Verbesserungen den bereits nahe, (durch die von Herrn Tennissen ausgeführte Ausgleichung,) bekannten geographischen Längen und Breiten der Dreieckspunkte hinzugefügt werden mussten, damit die Summe der Fehlerquadrate der gemessenen Richtungen ein Minimum werde. Nennt man das mittlere Azimuth einer Seite $A$ und ihre Länge in Metern $S$; weiter die Correction des Länge- und des Breiten-Unterschieds, in Einheiten von 0,4848 Meter ausgedrückt, $dL$ und $dB$, so hat man, in unserem Falle hinreichend genau:

$$d\,A \text{ (in Sekunden)} = \frac{10000}{S} \cos A.\,d\,L + \frac{10000}{S} \sin A.\,d\,B.$$

wo $d\,L$ = dem Unterschiede der Länge-Correctionen, und $d\,B$ = dem Unterschiede der Breite-Correctionen des angezielten Punktes und des Standpunktes bedeuten.

Als ich diese Methode entwarf, kannte ich kein Beispiel wo dieselbe befolgt worden war; es war also ein Versuch, sie anzuwenden. Sie hat zwar den Nachtheil, dass wegen der Bedingung, auf jeder Station sei die Summe der Correctionen = 0, jede der zu behandelnden Gleichungen alle die Unbekannten enthalten, welche sich sowohl auf den Standpunkt, als auf die sammtlichen eingestellten Stationen beziehen; dagegen den Vortheil dass die Bedingungen wegfallen und man die Beobachtungen als vermittelnde behandeln kann. In der Praxis wird also die Zahl der Unbekannten den Durchschlag geben müssen ob man diese oder die gewöhnliche Methode vorziehen wird.

Ich erfuhr hinterher, dass van der «Trigonometrischen Abtheilung der Landesaufnahme" bereits im Jahre 1876 ein Bericht über die Triangulation des Märkischen Dreiecksnetzes erschienen war, (Die Königlich Preussische Landes-Triangulation. Haupt-Dreiecke, Dritter Theil;) wo dieselbe Methode gewählt worden war, und zwar weil die Zahl der Unbekannten bei ihr nur = 40 war, (das Doppelte der Anzahl zu bestimmenden Punkte,) während das Netz sonst 84 Bedingungsgleichungen geliefert hätte, worunter 54 Seitengleichungen, (Vorwort Seite V.).

Wegen der geringen geographischen Breite Java's und der damit zusammenhängenden geringen Convergenz der Meridiane war es unnöthig, wie bei dem Märkischen Dreiecksnetze geschehen ist, eine conforme Kegelprojection anzuwenden; die oben angeführte Formel reichte vollkommen aus und die erhaltenen Correctionen in Metern wurden einfach zu Sekunden reducirt, und die Correctionen der Azimuthe durch Substitution gefunden.

Die Summe der Fehlerquadrate sank nun bis auf 74,5 herab.

Der Kürze halber werden wir uns hierbei beschränken; es folgen nun dieselben Tafeln, wie wir für das primäre Netz gegeben haben.

| Zielpunkt. | Richtungen. | | | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | | |

### Kromon.

E. Metzger, Mai 1870, Gross P. M. II.

Siehe Seite 60.

C. Woldringh, Juni 1871, P. M. III.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Cheribon II. | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,14 | — 0″,14 | 84° 42′ 12″,44 | 19465,65 |
| Sambéan | 334 24 8 ,02 | + 0 ,15 | 8 ,15 | 59 6 20 ,75 | 17868,69 |

### Tjerimaj IV.

E. Metzger, Mai und Juni 1870, Gross P. M. II.

Siehe Seite 60; weiter kommt noch, abgeleitet, hinzu:

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| *Sambéan* | ............ | berechnet | ............ | 25° 8′ 49″,62 | 29595,55 |

### Sambéan.

C. Woldringh, Juni 1871, P. M. III.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Cheribon II | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,68 | 0 ,68 | 151° 15′ 29″,85 | 8415,95 |
| Tjerimaj IV. | 53 54 33 ,05 | — 0 ,57 | 32 ,48 | 205 8 1 ,65 | 29595,55 |
| Kromon. | 87 51 53 ,48 | — 0 ,12 | 53 ,36 | 239 5 22 ,55 | 17868,69 |

### Cheribon II.

C. Woldringh, Juli und October 1871, P. M. III.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Kromon | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,14 | — 0″,14 | 264° 40′ 58″,50 | 19465,65 |
| Sambéan | 66 32 16 ,70 | — 0 ,85 | 15 ,85 | 331 15 14 ,49 | 8415,95 |
| Kedaka | 253 0 56 ,33 | + 0 ,75 | 57 ,08 | 157 41 55 ,72 | 48704,15 |
| Tjerimaj IV. | 315 59 51 ,45 | + 0 ,25 | 51 ,68 | 220 40 50 ,32 | 25506,57 |

### Kedaka.

J. A. C. Oudemans, Mai 1866, P. M. IV.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Losari | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,75 | — 0″,75 | 16° 45′ 45″,62 | 52608,71 |
| Koeta | 47 17 57 ,19 | — 0 ,41 | 56 ,78 | 64 3 41 ,15 | 45156,24 |
| Slamat IV | 85 58 2 ,26 | + 0 ,04 | 2 ,30 | 102 43 46 ,67 | 56122,64 |
| Mroejong | 114 54 21 ,58 | + 0 ,37 | 21 ,95 | 131 40 6 ,32 | 26780,78 |

E. Metzger, April 1870, Gross P. M. II.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Cheribon II. | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,27 | — 0″,27 | 337° 40′ 25″,10 | 48704,15 |
| Losari | 39 5 20 ,78 | — 0 ,53 | 20 ,25 | 16 45 45 ,62 | 52608,71 |
| Tjerimaj IV. | 328 42 51 ,21 | + 1 ,49 | 52 ,70 | 306 22 56 ,07 | 43511,97 |
| Kromon | 341 6 21 ,28 | — 0 ,68 | 20 ,60 | 318 46 45 ,97 | 57489,49 |

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|

### Losari.

J. A. C. Oudemans, April 1866, P. M. IV.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Slamat IV | 0° 0′ 0″,00 | − 1″,29 | − 1″,29 | 155° 51′ 45″,77 | 62894,05 |
| Kedaka | 62 55 20 ,02 | + 1 ,29 | 21 ,51 | 196 45 6 ,57 | 52608,71 |

E. Metzger, April 1870, Gross P. M. II.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Kedaka | 0° 0 0″,00 | + 0″,98 | 0″,98 | 196° 45′ 6″,57 | 52608,71 |
| Tjerimaj IV | 66 17 55 ,72 | + 0 ,85 | 54 ,55 | 265 2 59 ,94 | 44765,18 |
| Tampomas II | 78 58 16 ,75 | − 0 ,91 | 15 ,82 | 275 25 21 ,21 | 94155,14 |
| Kromon | 87 29 58 ,63 | − 0 ,91 | 57 ,72 | 284 15 5 ,11 | 48791,25 |

### Mroejong.

J. A. C. Oudemans, Mai 1866, P. M. IV.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Kedaka | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,04 | 0″,04 | 311° 58′ 44″,49 | 26780,78 |
| Koeta | 75 28 21 ,85 | − 0 ,60 | 21 ,25 | 27 7 5 ,68 | 41219,80 |
| Slamat IV | 129 26 6 ,84 | + 0 ,56 | 7 ,40 | 81 4 51 ,85 | 55160,78 |

### Koeta.

J. A. C. Oudemans, April 1866, P. M. IV.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Gadjah | 0° 0 0″,00 | + 0″,57 | 0″,57 | 101° 50′ 54″,42 | 25186,52 |
| Slamat IV | 51 25 28 ,45 | + 1 ,55 | 29 ,78 | 152 56 5 ,85 | 55071,95 |
| Mroejong | 105 55 16 ,15 | − 0 ,40 | 15 ,75 | 207 5 49 ,78 | 41219,80 |
| Kedaka | 142 50 55 ,44 | − 1 ,54 | 52 ,10 | 244 1 6 ,15 | 45156,24 |

### Slamat IV.

J. A. C. Oudemans, April und Mai, 1866, P. M. IV.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Kedaka | 0° 0′ 0″,00 | + 5″,17 | 5″,17 | 282° 40′ 5″,55 | 56122,64 |
| Losari | 51 8 46 ,95 | − 4 ,75 | 42 ,18 | 315 48 42 ,54 | 62894,05 |
| Koeta | 50 14 58 ,26 | + 0 ,95 | 59 ,19 | 352 54 59 ,55 | 55071,95 |
| Gadjah | 95 45 28 ,45 | − 0 ,45 | 27 ,98 | 18 25 28 ,54 | 27618,85 |
| Tjoepoe | 165 44 6 ,06 | + 0 ,45 | 6 ,49 | 88 24 6 ,85 | 28225,50 |
| Slamat III | mittels Triangulation bestimmt | | | 211 21 16 ,8 | 755,7 |
| Mroejong | 358 22 27 ,64 | + 0 ,68 | 28 ,52 | 261 2 28 ,68 | 55160,78 |

### Gadjah.

F. W. Voswinkel Dorselen, Februar 1866, P. M. IV.

| Zielpunkt | Gemessen | Correction | Ausgeglichen | Azimuth | Entfernung |
|---|---|---|---|---|---|
| Gégérgadong | 0° 0 0 ,00 | − 0″,51 | − 0″,51 | 88° 58′ 45″,68 | 28456,52 |
| Tjoepoe | 55 51 5 ,45 | + 1 ,89 | 7 ,52 | 142 29 55 ,51 | 52058,95 |
| Slamat IV | 109 44 5 ,46 | + 1 ,70 | 7 ,16 | 198 22 55 ,15 | 27618,85 |
| Koeta | 192 50 14 ,00 | − 5 ,28 | 10 ,72 | 281 28 56 ,71 | 25186,52 |

## Tjoepor.

F. W. Voswinkel Dorselen, März 1866. P. M. IV.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Slamat IV | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,27 | — 0″,27 | 268° 22′ 11″,01 | 28225,50 |
| Gadjah | 54 6 24 ,10 | — 0 ,84 | 23 ,26 | 322 28 34 ,54 | 32058,95 |
| Gégèrgadong | 110 31 46 ,80 | + 1 ,01 | 47 ,81 | 18 53 59 ,09 | 27580,22 |
| Rogodjembangan | 175 2 55 ,01 | + 0 ,09 | 55 ,10 | 83 25 6 ,38 | 28061,85 |

## Gégèrgadong.

F. W. Voswinkel Dorselen, November und December 1865, P. M. IV.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Priksa | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,10 | — 0″,10 | 83° 33′ 27″,05 | 42144,65 |
| Prahoe | 34 9 16 ,79 | — 0 ,61 | 16 ,18 | 117 42 43 ,33 | 45752,60 |
| Rogodjembangan | 56 48 19 ,66 | + 0 ,43 | 20 ,09 | 140 21 47 ,22 | 29701,81 |
| Tjoepor | 115 19 57 ,01 | — 1 ,11 | 55 ,90 | 198 53 23 ,05 | 27580,22 |
| Gadjah | 185 3 24 ,24 | + 1 ,37 | 25 ,61 | 268 36 52 ,74 | 28456,52 |

## Pekalongan.

F. W. Voswinkel Dorselen, Juli, August und November 1865, P. M. IV.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Priksa | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,29 | 0″,29 | 111° 1′ 6″,97 | 28658,91 |
| Prahoe | 34 0 56 ,00 | — 0 ,33 | 55 ,67 | 145 2 2 ,35 | 44265,52 |
| Rogodjembangan | 63 12 38 ,40 | + 0 ,04 | 38 ,44 | 174 13 45 ,12 | 38081,15 |

## Rogodjembangan.

F. W. Voswinkel Dorselen, December 1865, P. M. IV.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Prahoe | 0° 0′ 0″,00 | + 0″,74 | 0″,74 | 85° 42′ 49″,27 | 21599,29 |
| Tjoepor | 177 40 23 ,66 | + 0 ,04 | 23 ,70 | 263 23 12 ,23 | 28061,85 |
| Gégèrgadong | 234 37 42 ,55 | — 0 ,17 | 42 ,38 | 320 20 30 ,91 | 29701,81 |
| Pekalongan | 268 30 41 ,20 | + 0 ,11 | 41 ,31 | 354 13 29 ,84 | 38081,15 |
| Priksa | 313 59 4 ,93 | — 0 ,72 | 4 ,21 | 39 41 52 ,74 | 35884,75 |

## Prahoe.

F. W. Voswinkel Dorselen, Januar 1866. P. M. IV.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Rogodjembangan | 0° 0′ 0″,00 | — 0″,33 | — 0″,33 | 265° 41′ 21″,33 | 21599,29 |
| *Gégèrgadong* | | berechnet | | 297 40 0 ,58 | 45752,60 |
| *Pekalongan* | | " | | 325 0 21 ,24 | 44265,52 |
| Priksa | 97 19 47 ,57 | + 0 ,32 | 47 ,89 | 3 1 9 ,55 | 26052,85 |
| Tembok | 150 3 45 ,19 | + 0 ,02 | 45 ,21 | 55 45 6 ,87 | 42088,07 |

| Zielpunkt. | Richtungen. | | | | | | | | | Azimuth. | | | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Gemessen. | | | Correction. | | | Ausgeglichen. | | | | | | |

**Priksa.**

**F. W. Voswinkel Dorselen, November 1865, P. M. IV.**

| Zielpunkt. | Gemessen. | | | Correction. | | | Ausgeglichen. | | Azimuth. | | | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Prahoe. | 0° | 0′ | 0″,00 | — | 0″ | ,05 | — 0″ | ,05 | 185° | 1′ | 4″,05 | 26032,85 |
| Rogodjembangan. | 36 | 39 | 16 ,31 | + | 0 | ,31 | 16 | ,62 | 219 | 40 | 20 ,72 | 35884,75 |
| Gégérgadong | 80 | 29 | 36 ,96 | + | 0 | ,30 | 37 | ,26 | 265 | 30 | 41 ,36 | 42144,65 |
| Pekalongan | 107 | 58 | 18 ,21 | — | 0 | ,14 | 18 | ,07 | 290 | 59 | 22 ,17 | 28658,91 |
| Tembok | 270 | 56 | 7 ,22 | — | 0 | ,40 | 6 | ,82 | 95 | 57 | 10 ,92 | 35498,82 |

**Tembok.**

**F. W. Voswinkel Dorselen, October 1865, P. M. IV.**

| Zielpunkt. | Gemessen. | | | Correction. | | | Ausgeglichen. | | Azimuth. | | | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Prahoe. | 0° | 0′ | 0″,00 | — | 0″ | ,34 | — 0″ | ,34 | 235° | 42′ | 47″,15 | 42088,07 |
| Priksa | 38 | 12 | 11 ,09 | + | 0 | ,34 | 11 | ,43 | 273 | 54 | 58 ,92 | 35498,82 |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **Dreieck N°. 199.** | | | |
| Sambéan | 33° 57′ 20″,88 | 9,7470645 | 4,2470864 | 6 |
| *Tjerimaj IV* | 34 24 15 ,52 | 9,7520702 | 4,2520920 | 6 |
| Kromon | 111 38 24 ,35 | 9,9682579 | 4,4682797 | 15 |
| | ε = 0 ,75 | | | |
| | **N°. 200.** | | | |
| Cheribon II | 44° 0′ 8″,18 | 9,8417891 | 4,2470864 | 6 |
| Tjerimaj IV | 49 57 19 ,86 | 9,8839709 | 4,2892681 | 7 |
| Kromon | 86 2 32 ,84 | 9,9989652 | 4,4042605 | 12 |
| | ε = 0 ,88 | | | |
| | **N°. 201.** | | | |
| Sambéan | 87° 51′ 52″,68 | 9,9996985 | 4,2892681 | 7 |
| Cheribon II | 66 32 15 ,99 | 9,9625222 | 4,2520920 | 6 |
| Kromon | 25 35 51 ,71 | 9,6355355 | 3,9251055 | 1 |
| | ε = 0 ,38 | | | |
| | **N°. 202.** | | | |
| Kedaka | 12° 25′ 47″,90 | 9,3317876 | 4,2470864 | 6 |
| Tjerimaj IV | 135 40 41 ,04 | 9,8442841 | 4,7595826 | 59 |
| Kromon | 31 53 32 ,42 | 9,7233068 | 4,6386055 | 54 |
| | ε = 1 ,36 | | | |
| | **N°. 203.** | | | |
| Kedaka | 31° 17′ 27″,03 | 9,7154875 | 4,4042605 | 12 |
| Tjerimaj IV | 85 45 21 ,18 | 9,9987886 | 4,6875617 | 42 |
| Cheribon II | 62 57 14 ,60 | 9,9498522 | 4,6386055 | 54 |
| | ε = 2 ,81 | | | |

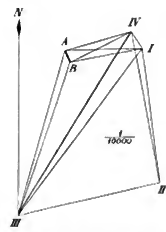
| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 204.** | | | |
| Kedaka | 18° 53′ 39″,13 | 9,5103059 | 4,2892681 | 7 |
| Kromon | 54 7 0 ,42 | 9,9085994 | 4,6875617 | 42 |
| Cheribon II | 106 59 22 ,78 | 9,9806205 | 4,7595826 | 59 |
| | ε = 2 ,33 | | | |
| | **N°. 205.** | | | |
| Kedaka | 70° 22′ 47″,55 | 9,9740251 | 4,6509175 | 56 |
| Tjerimaj IV | 43 19 42 ,27 | 9,8364575 | 4,5133518 | 19 |
| Losari | 66 17 33 ,57 | 9,9617110 | 4,6386055 | 54 |
| | ε = 3 ,39 | | | |
| | **N°. 206.** | | | |
| Losari | 21° 12′ 23″,17 | 9,5583857 | 4,2470864 | 6 |
| Tjerimaj IV | 92 20 58 ,76 | 9,9996347 | 4,6883376 | 45 |
| Kromon | 66 26 40 ,08 | 9,9622145 | 4,6509175 | 56 |
| | ε = 2 ,01 | | | |
| | **N°. 207.** | | | |
| Losari | 87° 29′ 56″,74 | 9,9995862 | 4,7595826 | 59 |
| Kromon | 34 31 7 ,66 | 9,7533552 | 4,5133518 | 19 |
| Kedaka | 57 58 59 ,65 | 9,9283410 | 4,6883376 | 45 |
| | ε = 4 ,05 | | | |
| | **N°. 208.** | | | |
| Losari | 62° 53′ 22″,60 | 9,9494535 | 4,7491525 | 56 |
| Kedaka | 85 58 3 ,05 | 9,9989235 | 4,7986024 | 71 |
| Slamat IV | 31 8 39 ,01 | 9,7136528 | 4,5133518 | 19 |
| | ε = 4 ,66 | | | |
| | **N°. 209.** | | | |
| Kedaka | 67° 36′ 25″,16 | 9,9659504 | 4,6151029 | 50 |
| Mroejong | 75 28 21 ,19 | 9,9858877 | 4,6350405 | 55 |
| Koeta | 36 55 16 ,37 | 9,7786694 | 4,4278219 | 15 |
| | ε = 2 ,72 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 210.** | | | |
| Kedaka | 28° 56′ 19″,65 | 9,6847352 | 4,5460565 | 22 |
| Mroejong | 129 26 7 ,36 | 9,8878094 | 4,7491525 | 56 |
| Slamat IV | 21 37 34 ,85 | 9,5664988 | 4,4278219 | 15 |
| | ε = 1 ,86 | | | |
| | **N°. 211.** | | | |
| Slamat IV | 50 14 56″,02 | 9,8858300 | 4,6550405 | 55 |
| Koeta | 91 5 2 ,52 | 9,9999223 | 4,7491525 | 56 |
| Kedaka | 38 40 5 ,52 | 9,7957475 | 4,5449577 | 22 |
| | ε = 3 ,86 | | | |
| | **N°. 212.** | | | |
| Slamat IV | 71° 52′ 30″,87 | 9,9778979 | 4,6151029 | 50 |
| Koeta | 54 9 45 ,95 | 9,9088515 | 4,5460565 | 22 |
| Mroejong | 53 57 46 ,17 | 9,9077527 | 4,5449577 | 22 |
| | ε = 2 ,99 | | | |
| | **N°. 213.** | | | |
| Slamat IV | 45° 28 28″,78 | 9,8530535 | 4,4011670 | 11 |
| Koeta | 51 25 29 ,41 | 9,8930906 | 4,4412042 | 14 |
| Gadjah | 83 6 3 ,58 | 9,9968440 | 4,5449577 | 22 |
| | ε = 1 ,77 | | | |
| | **N°. 214.** | | | |
| Gadjah | 55° 52 59″,84 | 9,9179762 | 4,4506572 | 14 |
| Tjoepoe | 54 6 23 ,53 | 9,9085432 | 4,4412042 | 14 |
| Slamat IV | 70 0 38 ,51 | 9,9730153 | 4,5056765 | 18 |
| | ε = 1 ,88 | | | |
| | **N°. 215.** | | | |
| Gadjah | 53° 51′ 7″,62 | 9,9071410 | 4,4405965 | 14 |
| Tjoepoe | 56 25 24 ,55 | 9,9207222 | 4,4541775 | 15 |
| Gégérgadong | 69 43 29 ,71 | 9,9722215 | 4,5056765 | 18 |
| | ε = 1 ,88 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 216.** | | | |
| Gègèrgadong | 58° 51′ 35″,81 | 9,9308893 | 4,4481148 | 14 |
| Tjoepoe | 64 31 7 ,29 | 9,9555558 | 4,4727815 | 16 |
| Rogodjembangan | 56 57 18 ,68 | 9,9235706 | 4,4405963 | 14 |
| | ε = 1 ,78 | | | |
| | **N°. 217.** | | | |
| Rogodjembangan | 79° 21′ 21″,85 | 9,9924625 | 4,6247393 | 32 |
| Gègèrgadong | 56 48 20 ,19 | 9,9226510 | 4,5549077 | 23 |
| Priksa | 43 50 20 ,64 | 9,8405045 | 4,4727815 | 16 |
| | ε = 2 ,66 | | | |
| | **N°. 218.** | | | |
| Rogodjembangan | 125° 22′ 18″,56 | 9,9113777 | 4,6602221 | 38 |
| Gègèrgadong | 22 39 3 ,91 | 9,5855942 | 4,3344587 | 8 |
| *Prahoe* | 31 58 39 ,05 | 9,7239368 | 4,4727815 | 16 |
| | ε = 1 ,52 | | | |
| | **N°. 219.** | | | |
| Rogodjembangan | 46° 0′ 56″,53 | 9,8570490 | 4,4155205 | 12 |
| Priksa | 36 39 16 ,67 | 9,7759671 | 4,3344587 | 8 |
| Prahoe | 97 19 48 ,22 | 9,9964362 | 4,5549077 | 23 |
| | ε = 1 ,42 | | | |
| | **N°. 220.** | | | |
| *Prahoe* | 59° 18′ 59″,91 | 9,9344987 | 4,5807074 | 26 |
| Rogodjembangan | 91 29 19 ,45 | 9,9998535 | 4,6460620 | 35 |
| Pekalongan | 29 11 42 ,77 | 9,6882300 | 4,3344587 | 8 |
| | ε = 2 ,11 | | | |
| | **N°. 221.** | | | |
| *Prahoe* | 58° 0′ 48″,31 | 9,7894722 | 4,4572582 | 15 |
| Priksa | 107 58 18 ,12 | 9,9782760 | 4,6460020 | 35 |
| Pekalongan | 54 0 55 ,38 | 9,7477345 | 4,4155205 | 12 |
| | ε = 1 ,81 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | | N°. 222. | | |
| Prahoe | 52° 43′ 57″,52 | 9,9008158 | 4,5250275 | 20 |
| Priksa | 89 3 53 ,13 | 9,9999421 | 4,6241558 | 32 |
| Tembok | 38 12 11 ,77 | 9,7913068 | 4,4155205 | 12 |
| | $\varepsilon$ = 2 ,22 | | | |

## § 4. Die Verbindung der de Lange'schen Punkte Slamat I, II und III mit dem Punkte Slamat IV.




In der nebenstehenden Figur ist auf $\frac{1}{10000}$ die relative Lage der obengenannten Stationen angegeben und sind die zur Bestimmung derselben, am 1—3 Mai 1866 von mir gemessenen Richtungen gezogen worden. Die Basis A B wurde mittels etalonnirter Bambuslatten auf dem flachen Kraterboden, (gewöhnlich «Sandsee" genannt,) zu 45,515 Metern gemessen. Die Punkte I, II, III und IV standen auf dem Kraterrande; unter dem Signale IV war ein Pfeiler gebaut; von den im J. 1855 benutzten Signalen I, II und III waren bei meinem Besuch nur die nahe am Boden abgehauenen axialen Bambusstämme vorhanden, welche aber hinreichten um die Oerter der früheren de Lange'schen Signale anzugeben. Durch eingesteckte Bambus-Stöcke wurden dieselben aus der Ferne sichtbar gemacht. Zu A und B wurde der schwere hölzerne Dreifuss getragen, welchen ich für meine geographischen Bestimmungen im Ost-Indischen Archipel immer benutzte; derselbe trug oben eine schwere, horizontale, hölzerne, kreisrunde Scheibe, in deren Mittelpunkt ein Loch gebohrt worden war, und so war es möglich, mittels eines Bleilothes den Mittelpunkt des Universal-Instruments auf den Boden zu projiciren; die Projectionen wurden durch fingerdicke Pflöcke angegeben. Von dem Pfeiler IV, der um etwa 77 Meter höher stand als A und B, wurde die linke und die rechte Kante eingestellt und das ar. Mittel als für das Centrum des Pfeilers gültig betrachtet. Auf diesem Pfeiler stand natürlich bei der Messung das Universal-Instrument (P. M. IV); in den Punkten I, II und III wurde ebenfalls der hölzerne Dreifuss aufgestellt. Dennoch war es mit diesen Hülfsmitteln nicht möglich, die Winkelsummen der Dreiecke innerhalb 10" richtig zu erhalten; die Beobachtungen mussten also ausgeglichen werden.* Die Fehler der Richtungen stammten aber zum grössten Theil von der Unsicherheit ab, mit welcher die Standpunkte sichtbar gemacht wurden; deshalb konnte man den m. F. einer Richtung der Entfernung des Zielpunktes umgekehrt, also das Gewicht dem Quadrat dieser Entfernung direct proportional annehmen. Weil aber auch die Einstellungs-, Theilungs- und Ablesefehler in Betracht kommen, so ist die Ausgleichung vorgenommen, indem die Gewichte nur der ersten Potenz der Entfernung proportional angenommen wurden.

---

* Die Zahl der Punkte war $p = 6$, der Seiten, (alle gegenseitig beobachtet,) $l = 12$, der Richtungen $r = 24$.
Also war die Zahl der Winkelgleichungen $r + 1 - (l + p) = 7$,
und " " " Seitengleichungen $l + 3 - 2p = 3$,

Summa . . . . . . 10.

Der de Lange'sche Punkt II, der nur um 20 Meter höher als der Sandsee lag, war leider nur von den Punkten I und IV sichtbar, und also wegen des spitzen Winkels II = 5° 51′ nicht sehr genau bestimmt; für unseren Zweck ist aber nur die Kenntniss der relativen Lage der Punkte III und IV von Bedeutung: die Punkte I und II sind nämlich in der neuen Triangulation keine Dreieckspunkte.

Die Orientation des Netzes ist dreimal ausgeführt worden, einmal von mir, indem ich, am 29 April 1866, auf Slamat IV, bei der Rundmessung, auch die Punkte I und III aufnahm, (letzterer war bei Fernrohr links von einem Bambus-Stamme des Signals bedeckt, konnte also nur bei Fernrohr rechts beobachtet werden;) zwei andere Male von Herrn Woldringh, indem er am 17 und 19 Februar 1874, bei einem der Rundgänge auf Slamat III, ausser den primären Punkten in beiden Kreislagen auch den Pfeiler IV einstellte.

Die Resultate waren:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 29 April 1866 | IV III | 211°20′,0 | |
| 17 Februar 1874 | III IV | | 31 21 ,4 |
| 19 " " | " | | 31 21 ,2 |
| | Im Mittel . . . . | | 31°21′,3 |

Der Unterschied von 1′,3 zwischen meinem Resultate und demjenigen des Herrn Woldringh ist wahrscheinlich dadurch verursacht, dass Herr Woldringh am früheren Orte des de Lange'schen Signals III, behufs der Verbindung von Tjerimaj mit Prahoe, einen Pfeiler hatte bauen lassen, und dass entweder die Achse dieses Pfeilers nicht volkommen mit der Achse des früheren Signals zusammenfiel, oder aber dass der am 29 April 1866 eingesteckte Bambus-Stock, dessen oberes Ende nur sichtbar war, etwas schief stand.

Es folgen hier nun die verbesserten Richtungen, mit den angebrachten Correctionen, wie die Ausgleichung dieselben gegeben hat. In der vorletzten Columne ist das Woldringh'sche Azimuth III IV zu Grunde gelegt; es sind aber die Zehntelsekunden weggelassen, ausser wenn es gerade 5 waren.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Punkt A.** | | | | |
| IV | 0° 0′ 0″ | + 1″,7 | 1″,7 | 75° 25′ 42″,5 | 240,19 |
| I | 14 58 47 | − 11 ,0 | 56 ,0 | 88 2 17 | 274,58 |
| B | 85 22 9 | + 0 ,4 | 9 ,4 | 156 45 50 | 45,515 |
| III | 122 25 5 | + 4 ,5 | 7 ,5 | 195 46 48 | 599,06 |
| | **Punkt B.** | | | | |
| A | 0° 0′ 0″ | − 6″,0 | − 6″,0 | 336° 45′ 50″ | 45,515 |
| IV | 85 44 2 ,5 | + 9 ,8 | 12 ,5 | 62 50 8 ,5 | 259,245 |
| I | 101 56 17 | + 5 ,7 | 20 ,7 | 78 42 17 | 261,525 |
| III | 221 55 55 | − 5 ,4 | 27 ,6 | 198 41 24 | 564,45 |
| | **Punkt I.** | | | | |
| II | 0° 0′ 0″ | − 0″,5 | − 0″,5 | 175° 4′ 52″ | 482,55 |
| III | 45 59 31 | − 2 ,4 | 28 ,6 | 216 44 21 | 751,10 |
| B | 85 57 31 | − 6 ,4 | 24 ,6 | 258 42 17 | 261,525 |
| A | 94 57 9 | + 15 ,5 | 24 ,5 | 268 2 17 | 274,58 |
| IV | 150 10 1 | − 7 ,7 | 9 53 ,3 | 325 44 46 | 75,94 |
| | **Punkt IV.** | | | | |
| I | 0° 0′ 0″ | + 6″,2 | 6″,2 | 145° 14′ 46″ | 75,94 |
| II | 25 59 14 | + 0 ,4 | 14 ,4 | 169 15 54 | 547,91 |
| III | 68 6 54 | + 3 ,4 | 57 ,4 | 211 21 17 | 755,45 |
| B | 99 45 40 | − 10 ,9 | 29 ,1 | 242 50 8 ,5 | 259,245 |
| A | 110 9 6 | − 2 ,9 | 3 ,1 | 255 25 42 ,5 | 240,19 |
| | **Punkt II.** | | | | |
| IV | 0° 0′ 0″ | − 0″,4 | − 0″,4 | 349° 15′ 54″ | 547,91 |
| I | 5 50 57 | + 0 ,5 | 57 ,5 | 353 4 52 | 482,55 |
| | **Punkt III.** | | | | |
| A | 0° 0′ 0″ | 0″,0 | 0″,0 | 15° 46′ 48″ | 599,06 |
| B | 2 54 56 | − 0 ,4 | 55 ,6 | 18 41 24 | 564,45 |
| IV | 15 54 29 ,5 | − 0 ,8 | 28 ,7 | 51 21 17 | 755,45 |
| I | 20 57 51 ,5 | + 1 ,2 | 52 ,7 | 56 44 21 | 751,10 |

Die nach einer früheren, weniger genauen Reduction benutzte Entfernung III—IV war 755,7, (S. 115,) also um 0,25 Meter grösser als die jetzige Ausgleichung ergeben hat.

Von allen diesen Punkten war B, (d. h. der Boden an diesem Punkte,) der niedrigste. Die Zenithdistanzen haben die nachstehenden Höhen über B gegeben.

| | | |
|---|---|---|
| A | (Boden) | + 0,16 Meter. |
| I | ( « ) | 82,49 « |
| II | ( « ) | 19,89 « |
| III | ( « ) | 68,16 « |
| IV | (Obere Fläche des Pfeilers) | 77,10 « |
| IV | (Boden) | 76,00 « |

Der Krater des Slamats ist von Junghuhn in seinem klassischen Werke: »*Java, deszelfs gedaante, bekleeding en inwendige structuur*, 2e verbesserte Ausgabe, Amsterdam, 1850—53, (3 Theile mit Atlas)" II Theil, S. 188—193, genau beschrieben worden, und diese Beschreibung ist von einem Plane * begleitet. Junghuhn besuchte den Krater zum zweiten Male am 19 Juni 1847; als ich 19 Jahre später da war, stimmte die Beschreibung noch vollständig. Der Kraterrand hat eine längliche Gestalt; die lange, nach Nord-Ost gerichtete Achse, besitzt etwa 760 Meter; die kurze, nach NW. gerichtete, etwa 510 Meter Länge. In diesem Sinne ist aber der Krater sehr ungleich breit, am süd-westlichem Ende, wo sich der eigentliche, immer Wasserdampf ausstossende Krater befindet, ist er am breitesten.

Der Pfeiler IV war behufs der Triangulation der Residentschaften Tagal und Pekalongan gebaut, und stand also am N.O. Punkte des Randes, östlich von der Schlucht, welche von dem Kraterboden nordwärts hinunterläuft. Die Aussicht von diesem Punkte war, wenn nur die untere Luft nicht zu neblig war, z. B. nach heftigem Regen, überaus prächtig; von der Nord-Küste war der ganze Theil zwischen dem »Hoek van Pamanoekan" (107°47' O. Länge von Greenwich) bis zum Moerio-Gebirge (nahe 111°) sichtbar, von der Südküste der Strand der Residentschaften Djokdjakarta, Baglen und Banjoemas, während weiter westlich die niedrigen Hügel der Preanger-Regentschaften sich zeigten. An der Nordseite Java's ist das Meer überhaupt ruhig, es ist ja durch die grosse Insel Borneo vor den Wellen der chinesischen See geschützt; an der Südseite aber ist Java dem Ocean ausgesetzt, und dort steht immer mehr oder weniger Brandung, welche sogar mit den blossen Augen vom Slamat wie eine weisse Linie sichtbar ist. Im Westen sind der Gedé (bei Buitenzorg) und der Pangrango, im Osten der Merapi, der Merbaboe, der Soembing, der Sindoro und der Lawoe sichtbar. Der Längenunterschied zwischen Pangrango und Lawoe beträgt nicht weniger als 4 Grad.

* Nach der am Fusse des Planes befindlichen Scala (2000 Pariser Fuss = 322 mm.,) würde diese etwa = 1/2020 sein, factisch ist dieselbe aber, wie aus meiner Triangulation hervorgeht, nur etwa 1/2650.

## § 5. Die Verbindung von Batavia mit dem primären Dreiecksnetze.

Von je her war der Zeitball, und später das an derselben Stelle errichtete Zeitsignal * der Nullpunkt der Längen im Ost-Indischen Archipel; es war also daran gelegen, diesen Punkt mit dem Dreiecksnetze zu verbinden. Von den weiten Berggipfeln war jedoch das Zeitsignal nicht sichtbar, wohl aber der weissgetünchte Leuchtthurm, welcher, um etwa 2500 Meter nördlicher, an derselben, nämlich an der westlichen, Seite des Hafenkanals stand.

In den Jahren 1866 und 1867 wurde dieser Leuchtthurm zu wiederholten Malen mit in die Messungen aufgenommen, und zwar zu Emboet, Pangrango, Sangaboewana I, Salak I und Hambalang, (siehe die dieser Abtheilung zugefügte Tafel, welche dieselbe Aufschrift trägt wie dieser Abschnitt).

Zehn Jahr später wurde auf dem ganz in der Nähe des Zeitsignals sich befindenden »Uitkijk", (Hafenwarte,) ein Heliotrop aufgestellt, welches von Mentjeré, Salak I und Hambalang eingeschnitten wurde. Die von Herrn Woldringh ausgeführten Messungen auf dem Hambalang wurden leider erst aufgefunden, nachdem das Basisnetz von Simplak schon längst ausgeglichen war, so dass dieselben nicht bei der Ausgleichung des zweiten Theiles dieses Netzes verwendet worden sind, s. 5° Abth. § 8 und Tafel VIII. Der scharfe Winkel Poetri-Mentjeré wurde von Herrn Woldringh um 4",09 grösser, der stumpfe um 4",09 kleiner gefunden als die genannte Ausgleichung gegeben hatte, und es war nicht möglich, wie der Versuch zeigte, dem geschlossenen Winkel eine so grosse Aenderung zu geben. Deshalb musste der im J. 1877 gemessene Winkel die Correction erleiden und diese auf die zwei Richtungen, Poetri und Mentjeré getheilt werden. ** Die relative Lage des Heliotrops am »Uitkijk" und des Signalmastes war nicht hinreichend deutlich angegeben worden, weshalb ich im J. 1887 das Ministerium der Colonien ersuchte, sich aus Batavia die nöthigen Berichte hierüber auszubitten. Von der empfangenen, vom Ingenieur der Civilen Oeffentlichen Arbeiten J. Scheffer im October 1887 entworfenen Karte, giebt die genannte Tafel eine Copie. Es folgt aus derselben und den ebenfalls mitgetheilten Messungen für die relative Lage des Zeitsignals in Bezug auf den Heliotrop am »Uitkijk": Entfernung 16,25 Meter, im Azimuth 70°11',5. Mittels dieser Elemente sind die in Mentjeré, Salak und Hambalang abgelesenen Richtungen »Uitkijk" auf das Zeitsignal reducirt worden.

---

* Dieses Signal wurde von zwei runden Scheiben gebildet, welche an den Enden einer horizontalen Achse angebracht worden waren; diese horizontale Achse befand sich nahe bei der Spitze eines hohen Mastes, und konnte mittels eines Hebels plötzlich um 90° gedreht werden, so dass die Scheiben von einem vertikalen in einen horizontalen Stand gebracht werden konnten, und umgekehrt.

** Diese Differenz kann daraus entstanden sein, dass der im J. 1866 gebaute Pfeiler nur für ein 8 z. Universal-Instrument dienen konnte, und dass Herr Woldringh später, im J. 1877, entweder für das grössere Instrument Gross P. M. II einen stärkeren Pfeiler an seiner Stelle hat errichten, oder den alten Pfeiler an einer Seite hat verstärken lassen, und dass, in dem einen oder anderen Fall, die Achse des neuen Pfeilers nicht vollkommen mit der Achse des alten zusammenfiel. Die Entfernung bis Poetri beträgt nur 9907 Meter, in welcher Distanz 4" nur 0,192 Meter ausmacht. Diese Hypothese ist also nicht ganz zu verwerfen. Dennoch achteten wir uns nicht für befugt, der Richtung nach Leuchtthurm oder Heliotrop Uitkijk eine Correction anzubringen.

Die Verbindung dieser zwei Punkte, Leuchtthurm und Uitkijk, oder lieber Zeitsignal, mit dem Netze hat viele Mühe verursacht, theilweise die Folge davon, dass nicht bereits auf Java ein Versuch, dieselbe zu berechnen, angestellt worden war; in diesem Falle würde es nämlich möglich gewesen sein, die abweichenden Winkel nachzumessen, oder sonst wie eine locale Untersuchung anzustel-

Indem also die geographische Lage, sowohl des Leuchtthurms als des Zeitsignals, mittels Ausgleichung einiger Richtungen durch die Triangulation bestimmt worden war, so konnte ihre relative Lage abgeleitet werden. Ueberdies aber war diese auch anderweitig und sogar mannichfach bestimmt; die Einzelheiten dieser Bestimmungen sind aber theils nicht genau bekannt, theils aber, so weit dies der Fall ist, erhellt nur, dass die Entfernung ohne Zweifel in Folge der Terrainhindernisse, (hier verschiedene Gebäuden), durch ziemlich spitze Dreiecke gefunden worden ist; auch ist es zweifelhaft, wie die benutzte Maass-Einheit controlirt worden war, so dass wir schliesslich nur die durch die Triangulation gefundene Positionen als endgültig betrachten.*

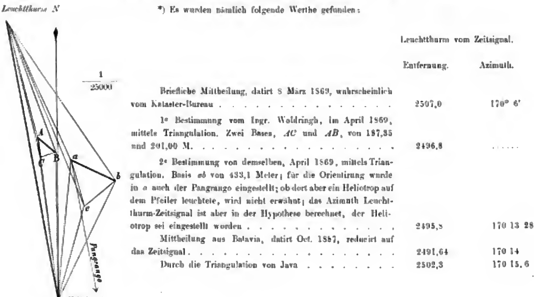
Es folgen hier also die gemessenen Richtungen und Dreiecke; zunächst diejenigen, welche sich auf den Leuchtthurm und sodann diejenigen, welche sich auf das Zeitsignal beziehen. Weil mehr Richtungen gemessen worden waren, als für die Bestimmung dieser zwei Punkte nothwendig war, so hat eine Ausgleichung stattgefunden, der die Zahlen in der Columne »Correction" ihr Entstehen zu danken haben.

Merkwürdiger Weise wurde von Adjutant-Unteroffizier Bergmann im Jahre 1872, mittels eines 6. z. Un. Instr. mit Nonien, der Winkel um 4 bis 5" nach *entgegengesetzter* Seite abweichend gefunden, wie man aus den nachher folgenden secundären Richtungen wird ersehen können.

---

len. Auch bei den Messungen vom damaligen Assistenten J. A. Oulemans auf dem Salak im Mai und Juni 1876 zeigte sich eine Unregelmässigheit. Ausser der in der 3ten Abth. S. 30 angeführten Messung von Telagu—Uitkijk, bei Telagu 0°0', also Poetri 131°20', Fernrohr links und rechts, war noch eine Messung bei Poetri 120°, nur bei Fernrohr links, vorhanden, welche a. a. O. nicht aufgenommen ist, nun aber, weil sie gut stimmte, auf das Mittelpunkt des Instruments reducirt, mit halbem Gewichte aufgenommen worden ist, und ausserdem eine Messung bei Poetri auf 260°, bei Fernrohr links und rechts, welche den Uitkijk um etwa 16" mehr westlich gab als die bereits genannten Messungen. Es war unmöglich, solche abweichende Resultate zu einem Mittel zu vereinigen; es fand sich in dem Beobachtungsheft zwar eine Bemerkung von der Handschrift des Herrn Woldringh: »diese Richtung scheint um 10" fehlerhaft zu sein", aber erstens war der Unterschied grösser, zweitens waren die beiden Mikroskope jedesmal auf zwei Theilstriche doppelt eingestellt und abgelesen worden, so dass der Beobachter sich eine ungeheure Anzahl Male bei der Ablesung um 10" hätte irren müssen. Es blieb also in diesem Falle nichts anders übrig als die Hypothese, dass entweder der Heliotropist am Uitkijk sich, aus Unwissenheit oder aus anderen Ursachen, um etwa 5 Meter nach Westen, also nach dem Rand der Plattform versetzt, oder der Beobachter, auf irgend welche Weise, verkehrt eingestellt habe. Die Messung ist allenfalls ausgeschlossen worden, und diese Maassregel hat sich durch die geringen noch nothwendigen Correctionen der Richtungen (S. unter S. 131,) bewahrt.


*) Es wurden nämlich folgende Werthe gefunden:




| | Leuchtthurm vom Zeitsignal. | |
|---|---|---|
| | Entfernung. | Azimuth. |
| Briefliche Mittheilung, datirt 8 März 1869, wahrscheinlich vom Kataster-Bureau | 2507,0 | 170° 6' |
| 1e Bestimmung vom Ingr. Woldringh, im April 1869, mittels Triangulation. Zwei Bases, *AC* und *AB*, von 187,35 und 201,00 M. | 2496,8 | ...... |
| 2e Bestimmung von demselben, April 1869, mittels Triangulation. Basis *ab* von 433,1 Meter; für die Orientirung wurde in *a* auch der Pangrango eingestellt; ob dort aber ein Heliotrop auf dem Pfeiler leuchtete, wird nicht erwähnt; das Azimuth Leuchtthurm-Zeitsignal ist aber in der Hypothese berechnet, der Heliotrop sei eingestellt worden | 2495,5 | 170 13 28 |
| Mittheilung aus Batavia, datirt Oct. 1867, reducirt auf das Zeitsignal | 2491,64 | 170 14 |
| Durch die Triangulation von Java | 2502,3 | 170 15. 6 |

## RICHTUNGEN ZUR BESTIMMUNG DES LEUCHTTHURMS ZU BATAVIA.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|

### Endoet.

E. Metzger, Dec 1867, Gross P. M. II.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Karang | 0° 0′ 0″,0 | — 1″,1 | — 1″,1 | 318° 13′ 2″,4 | 51859,3 |
| Leuchtthurm Batavia | 82 42 46 ,5 | — 0 ,4 | 46 ,1 | 40 55 49 ,6 | 75066,0 |
| Pangrango | ...... aus dem | primären Netze | ...... | 104 11 7 ,7 | 68875,1 |

### Pangrango.

E. Metzger, Mai und Juni 1867, P. M. III.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Salak I | 0° 0′ 0″,0 | + 1″,0 | 1″,0 | 285° 21′ 9″,0 | 26285,2 |
| Endoet | ...... aus dem | primären Netze | ...... | 284 6 54 ,2 | 68875,1 |
| Leuchtthurm Batavia | 65 7 55 ,6 | + 4 ,1 | 59 ,7 | 346 29 7 ,7 | 75665,7 |
| Sangaboewana I | ...... aus dem | primären Netze | ...... | 54 55 9 ,7 | 54554,7 |

### Sangaboewana I.

E. Metzger, Dec. 1866, P. M. III.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Pangrango | 152° 7′ 19″,4 | + 0″,6 | 20″,0 | 254° 51′ 22″,7 | 54554,7 |
| Salak I | ...... aus dem | primären Netze | ...... | 255 55 45 ,7 | 55565,8 |
| Hambalang | 194 54 46 ,4 | + 0 ,1 | 46 ,5 | 277 18 49 ,2 | 55884,9 |
| Leuchtthurm Batavia | 256 41 55 ,7 | — 3 ,6 | 52 ,1 | 319 25 54 ,8 | 70666,9 |

### Salak I.

E. Metzger, April 1867, P. M. III.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Sangaboewana I | 50° 51′ 17″,9 | + 0″,9 | 18″,8 | 75° 59′ 8″,8 | 55565,8 |
| Leuchtthurm Batavia | 321 55 55 ,7 | + 0 ,6 | 54 ,5 | 6 41 44 ,5 | 67958,0 |

### Hambalang.

E. Metzger, Febr. und März 1867, P. M. III.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Poetri | 0° 0′ 0″,0 | + 0″,4 | 0″,4 | 355° 25′ 5″,4 | 9906,9 |
| *Sangaboewana I* | ..... in dem | Basisnetze berechnet | ..... | 97 21 1 ,8 | 55884,9 |
| Leuchtthurm Batavia | 352 42 1 ,4 | + 1 ,7 | 3 ,1 | 348 7 6 ,1 | 50194,4 |

### *Leuchtthurm Batavia.*

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| *Sangaboewana I* | ............ | berechnet | ............ | 139° 28′ 40″,1 | 70666,9 |
| *Pangrango* | ............ | « | ............ | 166 30 12 ,2 | 75665,7 |
| *Hambalang* | ............ | « | ............ | 168 7 45 ,1 | 50194,4 |
| *Salak I* | ............ | « | ............ | 186 41 15 ,5 | 67958,0 |
| *Endoet* | ............ | « | ............ | 220 52 52 ,5 | 75066,0 |

## DREIECKE.

### N°. 223.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| *Leuchtthurm Batavia* | 34° 22′ 40″,2 | 9,910024 | 4,838041 | 9 |
| Pangrango | 62 22 13 ,5 | 9,947416 | 4,875455 | 10 |
| Endoet | 63 15 18 ,1 | 9,950860 | 4,878877 | 10 |
| | $\varepsilon =$ 11,8 | | | |

### N°. 224.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| *Leuchtthurm Batavia* | 27° 1′ 32″,1 | 9,657427 | 4,538254 | 2 |
| Pangrango | 68 24 2 ,0 | 9,968580 | 4,849207 | 9 |
| Sangaboewana I | 84 34 32 ,1 | 9,998051 | 4,878877 | 10 |
| | $\varepsilon =$ 6 ,2 | | | |

### N°. 225.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| *Leuchtthurm Batavia* | 47° 12′ 35″,4 | 9,865605 | 4,744786 | 6 |
| Sangaboewana I | 63 50 9 ,1 | 9,953051 | 4,832232 | 8 |
| Salak I | 68 57 24 ,5 | 9,970026 | 4,849207 | 9 |
| | $\varepsilon =$ 9 ,0 | | | |

### N°. 226.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| *Leuchtthurm Batavia* | 28° 39′ 3″,1 | 9,680762 | 4,554909 | 2 |
| Sangaboewana I | 42 7 5 ,6 | 9,826504 | 4,700651 | 5 |
| Hambalang | 109 13 55 ,7 | 9,975060 | 4,849207 | 9 |
| | $\varepsilon =$ 4 ,4 | | | |

## RICHTUNGEN ZUR BESTIMMUNG DES ZEITSIGNALS ZU BATAVIA.

| Zielpunkt. | Richtungen. Gemessen. | Richtungen. Correction. | Richtungen. Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| **Mentjeré.** | | | | | |
| C. Woldringh, Dec. 1876 und Jan. 1877; Gross P. M. II. (S. 3e Abth., S. 27, 42 und 60). | | | | | |
| Poetri | 0° 0′ 0″,0 | | 0″,00 | 86° 54′ 58″,00 | |
| Hambalang | 16 52 27 ,41 | | 27 ,41 | 103 47 25 ,41 | 54118,45 |
| Salak I | 63 45 24 ,19 | | 24 ,19 | 150 40 22 ,19 | 50595,75 |
| Zeitsignal Batavia | 304 11 45 ,04 | + 0″,14 | 45 ,18 | 31 6 43 ,18 | 44998,55 |
| **Hambalang.** | | | | | |
| C. Woldringh, Febr. 1877; Gross P. M. II. (S. 3e Abth., S. 60). | | | | | |
| Poetri | 0° 0′ 0″,00 | − 2″,22 | 0″,00 | 355° 25′ 3″,47 | |
| Mentjeré | 288 20 15 ,49 | + 1 ,87 | 19 ,58 | 283 45 23 ,05 | 54118,45 |
| Zeitsignal Batavia | 352 35 17 ,68 | + 0 ,17 | 20 ,07 | 348 0 23 ,54 | 47695,89 |
| *Salak I.* | 229 21 36 ,93 | | 39 ,15 | 224 46 42 ,62 | 25890,44 |
| **Salak I.** | | | | | |
| J. A. Oudemans, Mai und Juni 1876; P. M. V. (S. 3e Abth., S. 30 und 59). | | | | | |
| Poetri | 0° 0′ 0″,00 | | 0″,00 | 31° 42′ 42″,58 | |
| Mentjeré | 298 56 43 ,91 | | 43 ,91 | 330 39 26 ,49 | 50595,75 |
| Zeitsignal Batavia | 335 36 8 ,57 | − 0 ,42 | 8 ,15 | 7 18 50 ,73 | 65561,62 |
| *Hambalang* | 13 5 6 ,41 | | | 44 47 48 ,99 | 25890,44 |
| ***Zeitsignal Batavia.*** | | | | | |
| *Hambalang* | ............ | berechnet | ............ | 168° 0′ 59″,18 | 47695,89 |
| *Salak I.* | ............ | « | ............ | 187 18 20 ,42 | 65561,62 |
| *Mentjeré* | ............ | « | ............ | 211 5 20 ,22 | 44998,55 |

## DREIECKE.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| **N°. 227.** | | | | |
| Mentjeré | 119° 33′ 39″,01 | 9,9394336 | 4,8166420 | 77 |
| Salak | 36 39 24 ,24 | 9,7759885 | 4,6531949 | 56 |
| *Zeitsignal* | 23 46 59 ,79 | 9,6056047 | 4,4828141 | 17 |
| | ε = 3 ,04 | | | |
| **N°. 228.** | | | | |
| Salak | 37° 28′ 58″,26 | 9,7842776 | 4,6784586 | 41 |
| Hambalang | 123 13 43 ,14 | 9,9224610 | 4,8166420 | 77 |
| *Zeitsignal* | 19 17 21 ,25 | 9,5189572 | 4,4131382 | 12 |
| | ε = 2 ,64 | | | |
| **N°. 229.** | | | | |
| Mentjeré | 72° 40′ 42″,25 | 9,9798435 | 4,6784586 | 41 |
| Hambalang | 64 15 0 ,49 | 9,9545798 | 4,6531949 | 56 |
| *Zeitsignal* | 43 4 21 ,02 | 9,8345719 | 4,5329870 | 21 |
| | ε = 3 ,74 | | | |

## GEGENSEITIGES AZIMUTH UND ENTFERNUNG VON LEUCHTTHURM UND ZEITSIGNAL.

| Aus dem Dreieck | Azimuth. Leuchtth.-Signal. | Entfernung. |
|---|---|---|
| Hambalang, Zeitsignal, Leuchtthurm | 170° 15′ 27″,4 | 2502,344 |
| Salak, Zeitsignal, Leuchtthurm | 34 ,9 | ,356 |
| Im Mittel, Azimuth Leuchtthurm-Zeitsignal: | 170° 15′ 31″,15 | 2502,350 |
| Convergenz der Meridiane | — 1 ,47 | |
| Azimuth Zeitsignal-Leuchtthurm: | 350° 15′ 29″,7 | |

## § 6. Die Verbindung von Java mit Sumatra.

---

Obwohl im Jahre 1868, als die Triangulation der Residentschaft Bantam, der westlichsten von Java, nahezu vollendet war, noch nicht die Rede von der Triangulation der «Buitenbezittingen" (d. h. der Inseln ausser Java) war, so wurde doch vom Ingenieur Metzger auf die Möglichkeit, und daher auf das Wünschenswerthe hingewiesen, schon vorläufig eine Verbindung von Bantam mit der gegenüberliegenden, zu Sumatra gehörenden Residentschaft «Lampongsche Districten" hezustellen. Mittels der Inseln Krakatoe und Sebêsi konnten (s. die Tafel: das Primäre Dreiecksnetz, nebst Verbindung mit Sumatra) die Gipfel Radja-basa, Tangka, Telok und Keizerspiek leicht bestimmt werden, so dass, wenn später zu einer Triangulation der Insel Sumatra beschlossen würde, das Dreiecksnetz entweder mit diesen Punkten anfangen, oder an dieselben angeschlossen werden könnte.

Die damaligen Assistenten Soeters und Woldringh wurden mit dieser Verbindung beauftragt. Obschon keine Heliotropisten zur Verfügung standen, und also auf allen Gipfeln, über oder neben den Pfeilern Signale errichtet werden mussten, so sollten die Messungen doch primär ausgeführt werden, d. h. bei Fernrohr rechts und links, in sechs Kreislagen, mit je verschiedenen Anfangspunkten der Mikrometertrommeln. Nachdem die Vorbereitungen zu dieser Triangulation theils im J. 1868, theils im Januar und Februar 1869 getroffen, und die Beobachtungen auf der Java'schen Seite in Batoehideung, Karang und Gedé im Spätjahr 1868 von Herrn Wohlringh ausgeführt worden waren, besorgte Herr Soeters in der Periode März bis Juni 1869 die Messungen auf den Sumatra'schen Gipfeln.

Bei der späteren Reduction dieser Messungen ergab es sich, dass die bei verschiedenen Kreislagen gemessenen Winkel unter sich stark verschieden waren; dies wurde aber dadurch erklärt, dass die ebenfalls von Herrn Soeters ausgeführte Bestimmung der periodischen Ungleichheiten der Mikrometerschrauben der Mikroskope, an einer dieser Schrauben eine starke Unregelmässigkeit verrieth; die Anwendung einer aus dieser Bestimmung abgeleiteten Correctionstafel machte die Uebereinstimmung zwischen den einzelnen Resultaten sehr viel besser, die Mittelzahlen für die Richtungen wichen aber nicht viel von den früheren ab. Obwohl also die Resultate, auch wegen des Gebrauches von Bambus-Signalen, nicht den vollen Werth guter primärer Messungen besitzen, und eine wiederholte Messung, wie auch das Messen auf den Inseln Sebêsi und Krakatoe durch Umstände verhindert worden ist, so sind wir doch immerhin berechtigt, den Zweck der Operation, die Verbindung von Java mit Sumatra, als hinreichend gelungen zu betrachten; die Unsicherheit in der Lage der Pfeiler auf den obengenannten Sumatra'schen Berggipfeln wird allenfalls nicht mehr als wenige Decimeter betragen.

Bei der Untersuchung des Instruments zu Batavia wurde eine Beschädigung der Brust gefunden, mit welcher die Mikrometerschraube gegen das Gehäuse ruht; sobald vom Mechaniker der Genie Stratemeyer diese Brust abgedreht worden war, stimmten die mit verschiedenen Anfangspunkten gemessenen Fadendistanzen sehr gut mit einander.

Wir werden nun die corrigirten Messungen folgen lassen.

| Zielpunkt. | Richtungen. | | | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Gemessen. | Correction. | Ausge-glichen. | | |

### Karang.

C. Woldringh, März—April 1869, P. M. III.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Gedé | 0° 0′ 0″,0 | — 0″,6 | — 0″,6 | 2° 59′ 28″,5 | 37985,1 |
| Poelo Krakataoe | 278 45 42 ,6 | + 1 ,6 | 44 ,2 | 281 25 15 ,1 | 68987,7 |
| Poelo Sibési | 296 54 34 ,9 | + 0 ,3 | 35 ,2 | 299 54 4 ,1 | 71244,6 |
| Radjabasa | 316 25 33 ,2 | — 1 ,4 | 31 ,8 | 319 5 0 ,7 | 71251,0 |
| Batochideung | S. Seite 34 | | | 257 17 46 ,0 | 35950,6 |

### Gedé.

C. Woldringh, März 1869, P. M. III.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Karang | 0° 0′ 0″,0 | + 2″,5 | 2″,5 | 182° 59′ 22″,2 | 37985,1 |
| Poelo Krakataoe | 68 3 15 ,1 | — 1 ,7 | 13 ,4 | 250 42 35 ,5 | 75509,9 |
| Poelo Sibési | 84 30 20 ,8 | — 1 ,8 | 19 ,0 | 267 29 38 ,9 | 63788,6 |
| Radjabasa | 105 30 20 ,6 | + 1 ,1 | 21 ,7 | 288 9 41 ,6 | 50955,1 |
| Leuchtthurm Anjer | S. Seite 34 | | | 251 11 55 ,0 | 25560,8 |

### Batochideung.

C. Woldringh, April 1869, P. M. III.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Karang | 0° 0′ 0″,0 | + 0″,1 | 0″,1 | 57° 20′ 30″,8 | 35950,6 |
| Poeloe Krakataoe | 275 16 2 ,4 | — 0 ,2 | 2 ,2 | 332 36 32 ,9 | 48255,5 |

### *Leuchtthurm Anjer.*

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| *Radjabasa* | berechnet<br>Siehe weiter Seite 35. | | | 318° 14′ 40″,5 | 42772,5 |

### Radjabasa.

H. T. Soeters, März 1869, P. M. V.

| Zielpunkt. | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| Leuchtthurm Anjer | 0° 0′ 0″,0 | — 1″,6 | — 1″,6 | 158° 46′ 16″,1 | 42772,5 |
| Karang | 0 51 21 ,5 | + 0 ,7 | 22 ,2 | 159 7 39 ,9 | 71251,0 |
| Poelo Krakataoe | 69 20 22 ,6 | + 0 ,5 | 23 ,1 | 207 36 40 ,8 | 45309,9 |
| Poeloe Sibési | 81 7 46 ,9 | + 3 ,3 | 50 ,2 | 219 24 7 ,9 | 24147,0 |
| Tangka | 139 25 35 ,3 | + 1 ,2 | 36 ,5 | 277 39 54 ,2 | 58084,0 |
| Telok | 168 22 59 ,9 | — 0 ,2 | 59 ,7 | 306 59 17 ,4 | 65258,8 |
| Telok Betong | 174 3 28 ,6 | — 3 ,8 | 24 ,8 | 312 19 42 ,5 | 54261,1 |
| Gedé | 329 56 4 ,5 | — 0 ,1 | 4 ,4 | 108 12 22 ,1 | 50955,1 |

| Zielpunkt. | Richtungen. | | | Azimuth. | Entfernung in Metern. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Gemessen. | Correction. | Ausgeglichen. | | |
| **Telok Betong.** | | | | | |
| H. T. Soeters, Mai 1869, P. M. V. | | | | | |
| Radjabasa | 0° 0′ 0″,0 | + 4″,5 | 4″,5 | 152° 21′ 50″,0 | 54261,1 |
| Telok | 148 49 25 ,5 | — 4 ,5 | 19 ,0 | 281 11 4 ,7 | 12457,6 |
| **Telok.** | | | | | |
| H. T. Soeters, März 1869, P. M. V. | | | | | |
| Telok Betong | 0° 0′ 0″,0 | + 2″,8 | 2″,8 | 101° 41′ 42″,4 | 12457,6 |
| Radjabasa | 25 50 25 ,5 | — 1 ,4 | 25 ,9 | 126 42 5 ,5 | 65258,8 |
| Poelo Sibèsi | 46 8 10 ,4 | (— 15 ,2) | 7′ 57″,2 | 147 19 56 ,8 | 68470,0 |
| Tangka | 88 21 50 ,4 | — 1 ,7 | 48 ,7 | 189 55 28 ,5 | 51654,2 |
| Keizerspiek | 169 2 58 ,7 | + 0 ,2 | 58 ,9 | 270 14 18 ,5 | 55260,0 |
| **Tangka.** | | | | | |
| H. T. Soeters, März 1869, P. M. V. | | | | | |
| Keizerspiek | 0° 0′ 0″,0 | — 1″,4 | — 1″,4 | 505° 12′ 20″,0 | 57572,9 |
| Telok | 66 21 25 ,8 | — 0 ,5 | 25 ,5 | 9 55 44 ,9 | 51654,2 |
| Radjabasa | 154 50 42 ,9 | — 2 ,8 | 40 ,1 | 97 45 1 ,5 | 58084,0 |
| Poelo Sibèsi | 178 51 29 ,5 | + 5 ,5 | 52 ,6 | 122 5 54 ,0 | 49812,5 |
| Poelo Krakataoe | 199 29 16 ,6 | + 1 ,5 | 17 ,9 | 142 41 59 ,5 | 60258,5 |
| **Keizerspiek.** | | | | | |
| H. T. Soeters, Mai 1869, P. M. V. | | | | | |
| Telok | 0° 0′ 0″,0 | — 1″,8 | 1″,8 | 90° 17′ 2″,2 | 55260,0 |
| Tangka | 52 57 45 ,6 | + 1 ,8 | 47 ,4 | 125 14 51 ,4 | 57572,9 |
| ***Poelo Sibèsi.*** | | | | | |
| *Radjabasa* | | berechnet | | 59° 24′ 58″,8 | 24147,0 |
| *Gedé* | | « | | 87 55 15 ,5 | 65788,6 |
| *Karang* | | « | | 119 57 58 ,6 | 71244,6 |
| *Tangka* | | « | | 502 1 54 ,5 | 49812,5 |
| *Telok* | | « | | 527 17 57 ,7 | 68470,0 |
| ***Poelo Krakataoe.*** | | | | | |
| *Radjabasa* | | berechnet | | 27° 57′ 51″,8 | 45509,9 |
| *Gedé* | | « | | 70 46 50 ,6 | 75509,9 |
| *Karang* | | « | | 101 29 10 ,9 | 68987,7 |
| *Batoekideung* | | « | | 152 57 52 ,6 | 48255,5 |
| *Tangka* | | « | | 522 59 56 ,6 | 60258,5 |

### Dreieck N°. 230.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Radjabasa | 30° 55′ 17″,9 | 9,710849 | 4,579610 | 3 |
| Gedé | 105 30 19 ,4 | 9,983899 | 4,852660 | 9 |
| Karang | 43 34 27 ,5 | 9,838405 | 4,707166 | 5 |
| | ε = 4 ,8 | | | |

### N°. 231.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| Radjabasa | 30° 3′ 54″,1 | 9,699822 | 4,407573 | 1 |
| Gedé | 56 57 46 ,6 | 9,923409 | 4,631160 | 3 |
| *Leuchtthurm Anjer* | 92 58 22 ,1 | 9,999415 | 4,707166 | 5 |
| | ε = 2 ,8 | | | |

### N°. 232.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| *Poelo Krakataoe* | 51° 8′ 41″,7 | 9,891390 | 4,731991 | 5 |
| Karang | 44 7 27 ,0 | 9,842744 | 4,683345 | 4 |
| Batoehideung | 84 43 57 ,9 | 9,998162 | 4,838765 | 8 |
| | ε = 6 ,6 | | | |

### N°. 233.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| *Poelo Krakataoe* | 30° 42′ 40″,3 | 9,708175 | 4,579610 | 3 |
| Karang | 81 14 15 ,2 | 9,994901 | 4,866336 | 10 |
| Gedé | 68 3 11 ,1 | 9,967328 | 4,838765 | 8 |
| | ε = 6 ,6 | | | |

### N°. 234.

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| *Poelo Krakataoe* | 43° 8′ 38″,8 | 9,834952 | 4,707166 | 5 |
| Gedé | 37 27 8 ,2 | 9,783976 | 4,656190 | 4 |
| Radjabasa | 99 24 18 ,7 | 9,994122 | 4,866336 | 10 |
| | ε = 5 ,8 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Addi-tament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 255.** | | | |
| Tangka | 44° 58′ 57″,8 | 9,849512 | 4,656190 | 4 |
| Radjabasa | 70 5 15 ,4 | 9,973154 | 4,780012 | 6 |
| *Poelo Krakataoe* | 64 58 15 ,2 | 9,957173 | 4,764050 | 6 |
| | $\varepsilon$ = 6 ,5 | | | |
| | **N°. 256.** | | | |
| *Poelo Sibèsi* | 48° 8′ 14″,5 | 9,872009 | 4,707166 | 5 |
| Radjabasa | 111 11 45 ,8 | 9,969578 | 4,804736 | 7 |
| Gede | 20 40 2 ,7 | 9,547704 | 4,582861 | 1 |
| | $\varepsilon$ = 2 ,9 | | | |
| | **N°. 257.** | | | |
| *Poelo Sibèsi* | 97° 25′ 24″,2 | 9,996577 | 4,764050 | 6 |
| Radjabasa | 58 15 46 ,5 | 9,929659 | 4,697352 | 5 |
| Tangka | 24 20 52 ,5 | 9,615188 | 4,582861 | 1 |
| | $\varepsilon$ = 3 ,0 | | | |
| | **N°. 258.** | | | |
| Telok | 62° 51′ 24″,9 | 9,949526 | 4,764050 | 6 |
| Radjabasa | 28 59 25 ,2 | 9,685451 | 4,500155 | 2 |
| Tangka | 88 9 16 ,6 | 9,999775 | 4,814499 | 8 |
| | $\varepsilon$ = 4 ,7 | | | |
| | **N°. 259.** | | | |
| Telok | 20° 37′ 33″,5 | 9,546870 | 4,582861 | 1 |
| Radjabasa | 87 15 9 ,5 | 9,999501 | 4,835492 | 8 |
| *Poelo Sibèsi* | 72 7 21 ,1 | 9,978507 | 4,814499 | 8 |
| | $\varepsilon$ = 4 ,0 | | | |
| | **N°. 240.** | | | |
| Telok Betong | 148° 49′ 14″,7 | 9,714093 | 4,814499 | 8 |
| Radjabasa | 5 40 25 ,1 | 8,995029 | 4,095455 | 0 |
| Telok | 25 30 21 ,1 | 9,634078 | 4,734484 | 5 |
| | $\varepsilon$ = 0 ,9 | | | |

| Dreieckspunkt. | Verbesserter Winkel. | Log. Sin. des Winkels. | Log. Sin. der gegenüberstehenden Seite. | Additament. |
|---|---|---|---|---|
| | **N°. 241.** | | | |
| Keizerspiek . . . . . . . . . . | 32° 57′ 49″,1 | 9,735684 | 4,500155 | 2 |
| Tangka . . . . . . . . . . | 66 21 24 ,9 | 9,961925 | 4,726396 | 5 |
| Telok. . . . . . . . . . . . | 80 40 50 ,2 | 9,994250 | 4,758701 | 6 |
| | $\varepsilon$ = 4 ,2 | | | |

Bemerkung. Die Dreieckspunkte Poelo Krakataoe und Poelo Sibèsi sind durch die Eruption des Krakataoe-Berges am 27 August 1883 verloren gegangen.

## § 7. Der mittlere Fehler einer Richtung, abgeleitet aus den Stations-Ausgleichungen.

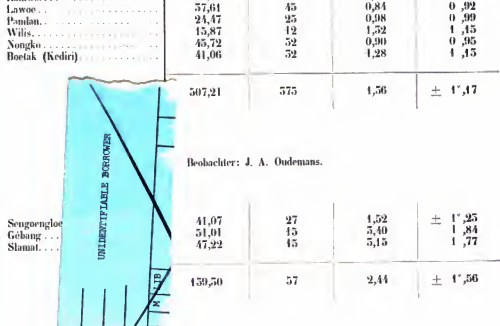
Wir haben, um Raum zu sparen, die Stations-Ausgleichungen für das ganze primäre Netz nicht abdrucken lassen, werden aber die sämmtlichen für $(VV)$ (s. Dritte Abtheilung, S. 20) gefundenen Werthe, wie auch die Theiler und die für jede Station geltenden $m^2$ und $m$ mittheilen. In Verbindung mit späteren Untersuchungen wird diese Mittheilung nicht ohne Interesse sein.

ZUSAMMENSTELLUNG DER FÜR DIE MESSUNGEN ERSTER ORDNUNG AUS DEN STATIONS-AUSGLEICHUNGEN ABGELEITETEN SUMMEN DER FEHLERQUADRATE UND DER AUS DENSELBEN BERECHNETEN MITTLEREN FEHLER JEDER RICHTUNG.

| Dreieckspunkte. | $(VV)$ | Theiler. | $m^2$ | $m$ |
|---|---|---|---|---|
| | Instrument von Repsold. | | | |
| | Beobachter: Soeters. | | | |
| Logantong | 16,85 | 25 | 0,67 | ± 0″,82 |
| Kaligong | 16,88 | 15 | 1,12 | 1 ,06 |
| Penoenggalan | 56,15 | 45 | 1,31 | 1 ,15 |
| Bandong | 11,58 | 20 | 0,58 | 0 ,76 |
| Weroe | 15,41 | 20 | 0,77 | 0 ,88 |
| Basé | 44,19 | 40 | 1,10 | 1 ,05 |
| Banjoepahit | 23,12 | 25 | 0,92 | 0″,96 |
| Salam | 8,66 | 18 | 0,48 | 0 ,69 |
| Gading | 17,42 | 20 | 0,87 | 0 ,93 |
| Segorogoenong | 25,54 | 25 | 1,02 | 1 ,01 |
| Boetak (Rembang) | 12,21 | 20 | 0,61 | 0 ,78 |
| Gilian | 0,51 | 5 | 0,10 | 0 ,32 |
| Djoerangsapi | 16,88 | 25 | 0,68 | 0 ,82 |
| Tangsil | 8,77 | 27 | 0,33 | 0 ,57 |
| Petjaloengan | 9,32 | 25 | 0,37 | 0 ,61 |
| Poetri | 4,62 | 20 | 0,23 | 0 ,48 |
| Tanahwoelan | 4,27 | 20 | 0,21 | 0 ,46 |
| Soeket | 5,34 | 20 | 0,27 | 0 ,52 |
| | 295,70 | 411 | 0,72 | ± 0″,85 |
| | Beobachter: Van Asperen. | | | |
| Ardjoeno (Soerabaja) | 36,84 | 26 | 1,42 | ± 1 ,19 |
| Ronggo | 20,76 | 16 | 1,30 | 1 ,14 |
| Semonkron | 1,24 | 3 | 0,41 | 0 ,64 |
| Argowoelan | 7,16 | 13 | 0,55 | 0 ,74 |
| Poelo Ketapang | 22,79 | 15 | 1,52 | 1 ,23 |
| Pakem | 16,65 | 19 | 0,88 | 0 ,94 |
| | 105,44 | 92 | 1,15 | ± 1″,07 |

| Dreieckspunkte. | $(VV)$ | Theiler. | $m^2$ | $m$ |
|---|---|---|---|---|
| | | **Beobachter: Van Isselmuden.** | | |
| Bèsèh | 30,25 | 33 | 0,92 | ± 0",96 |
| Argopoero | 35,80 | 36 | 1,00 | 1 ,00 |
| Loeroes | 15,75 | 24 | 0,66 | 0 ,81 |
| Rika | 4,65 | 7 | 0,66 | 0 ,81 |
| Majang | 33,00 | 23 | 1,43 | 1 ,20 |
| Kemirisongo | 22,58 | 25 | 0,90 | 0 ,95 |
| Bèsèr | 16,41 | 27 | 0,61 | 0 ,78 |
| Kaliasin | 24,59 | 20 | 1,23 | 1 ,11 |
| Lemboe | 22,27 | 30 | 0,74 | 0 ,86 |
| Soeket | 21,79 | 36 | 0,61 | 0 ,78 |
| Degong | 4,22 | 7 | 0,60 | 0 ,78 |
| Salari | 34,21 | 20 | 1,71 | 1 ,31 |
| Baloeran | 12,42 | 15 | 0,83 | 0 ,91 |
| Ikan | 24,59 | 25 | 0,98 | 0 ,99 |
| Tandjong Pakem | 22,14 | 25 | 0,89 | 0 ,94 |
| | 344,25 | 375 | 0,92 | ± 0",96 |
| | | **Instrument: Gross P. M. I.** | | |
| | | **Beobachter: Flory.** | | |
| Morodemak | 39,68 | 20 | 1,98 | ± 1",41 |
| Banjoepahit | 16,86 | 23 | 0,73 | 0 ,85 |
| Salam | 5,68 | 20 | 0,29 | 0 ,54 |
| Genoek | 7,74 | 10 | 0,77 | 0 ,88 |
| Gading | 46,51 | 53 | 0,88 | 0 ,94 |
| Segorogoenong | 13,87 | 20 | 0,69 | 0 ,83 |
| Wonotjolo | 11,58 | 19 | 0,61 | 0 ,78 |
| Toenggangan | 33,56 | 22 | 1,53 | 1 ,24 |
| Patjakaran | 3,75 | 11 | 0,34 | 0 ,58 |
| Watoetjèleng | 118,58 | 35 | 3,38 | 1 ,84 |
| Dradjat | 34,06 | 8 | 4,26 | 2 ,06 |
| Banjoelegi | 15,97 | 17 | 0,94 | 0 ,97 |
| Penanggoengan | 41,99 | 17 | 2,47 | 1 ,57 |
| Petoekangan | 73,29 | 27 | 2,71 | 1 ,65 |
| Pasoeroean | 6,82 | 10 | 0,68 | 0 ,83 |
| Sèlèret | 34,70 | 24 | 1,45 | 1 ,20 |
| Bangsri | 30,68 | 15 | 2,04 | 1 ,43 |
| Madoe | 38,11 | 15 | 2,54 | 1 ,59 |
| Rantja | 10,98 | 12 | 0,92 | 0 ,96 |
| Djoemiang | 22,09 | 8 | 2,76 | 1 ,66 |
| Tamboeko | 29,56 | 16 | 1,85 | 1 ,36 |
| Lagoendi | 27,42 | 12 | 2,29 | 1 ,51 |
| Boeroean | 9,76 | 16 | 0,61 | 0 ,78 |
| | 673,02 | 430 | 1,57 | ± 1",25 |

| Dreieckspunkte. | (VV) | Theiler. | $m^2$ | $m$ |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| **Beobachter: Soeters.** | | | | |
| Tembok | 10,96 | 15 | 0,75 | ± 0",85 |
| Oengaran | 61,52 | 37 | 1,66 | 1 ,29 |
| Semarang | 6,58 | 10 | 0,66 | 0 ,81 |
| Merbaboe | 105,55 | 55 | 1,95 | 1 ,40 |
| Nglanggran | 50,55 | 48 | 1,05 | 1 ,03 |
| Gambiranom | 84,55 | 24 | 3,51 | 1 ,87 |
| Ratawoe | 25,21 | 20 | 1,26 | 1 ,12 |
| Lawoe | 37,61 | 45 | 0,84 | 0 ,92 |
| Pandan | 24,47 | 25 | 0,98 | 0 ,99 |
| Wilis | 15,87 | 12 | 1,32 | 1 ,15 |
| Nongko | 45,72 | 52 | 0,90 | 0 ,95 |
| Boetak (Kediri) | 41,06 | 32 | 1,28 | 1 ,13 |
| | 507,21 | 375 | 1,36 | ± 1",17 |
| **Beobachter: J. A. Oudemans.** | | | | |
| Sengoengloe | 41,07 | 27 | 1,52 | ± 1",23 |
| Gèbang | 51,01 | 15 | 3,40 | 1 ,84 |
| Slamat | 47,22 | 15 | 3,15 | 1 ,77 |
| | 139,30 | 57 | 2,44 | ± 1",56 |
| **Beobachter: Teunissen.** | | | | |
| Gepak | 12,98 | 20 | 0,65 | 0",81 |



| Dreieckspunkte. | $(vv)$ | Theiler. | $m^2$ | $m$ |
|---|---|---|---|---|
| | | **Instrument: Gross P. M. II.** | | |
| | | Beobachter: Metzger. | | |
| Hondjej | 8,80 | 10 | 0,88 | ± 0",94 |
| Batoehideung | 10,04 | 10 | 1,00 | 1 ,00 |
| Poelo Tindjil | 11,19 | 8 | 1,20 | 1 ,10 |
| Tjiloemloem | 31,06 | 37 | 0,84 | 0 ,92 |
| Karang | 14,95 | 25 | 0,60 | 0 ,77 |
| Klandong | 32,00 | 22 | 1,45 | 1 ,20 |
| Endoet | 39,44 | 30 | 1,31 | 1 ,14 |
| Sangaboewana II | 58,33 | 34 | 1,72 | 1 ,31 |
| Nangka | 40,08 | 13 | 3,08 | 1 ,75 |
| Dago | 80,42 | 57 | 1,41 | 1 ,19 |
| Soerangga | 79,44 | 41 | 1,94 | 1 ,39 |
| Patat | 23,74 | 30 | 0,79 | 0 ,89 |
| Poetri | 39,33 | 29 | 1,36 | 1 ,17 |
| Telaga | 69,19 | 53 | 1,31 | 1 ,14 |
| Pangrango | 55,06 | 33 | 1,67 | 1 ,29 |
| Tjikakap | 28,02 | 10 | 2,80 | 1 ,67 |
| Bitoeng | 23,33 | 20 | 1,17 | 1 ,08 |
| Sangaboewana I | 35,15 | 31 | 1,13 | 1 ,06 |
| Tjiboentoe | 54,84 | 20 | 2,74 | 1 ,66 |
| Patoeha | 115,87 | 45 | 2,57 | 1 ,60 |
| Boerangrang | 50,33 | 24 | 2,10 | 1 ,45 |
| Pogor II | 22,13 | 24 | 0,92 | 0 ,96 |
| Tjikoerai | 400,82 | 156 | 2,57 | 1 ,60 |
| Pogor III | 59,20 | 16 | 3,70 | 1 ,92 |
| Tampomas II | 71,65 | 43 | 1,67 | 1 ,29 |
| Sawal | 18,61 | 18 | 1,03 | 1 ,02 |
| Bongkok | 28,03 | 19 | 1,48 | 1 ,22 |
| Kromon | 29,56 | 20 | 1,48 | 1 ,22 |
| Tjerimai IV | 226,42 | 57 | 3,97 | 1 ,99 |
| Kedaka | 13,11 | 16 | 0,82 | 0 ,91 |
| Losari | 9,89 | 13 | 0,76 | 0 ,87 |
| | 1780,25 | 964 | 1,85 | ± 1",36 |
| | | Beobachter: Woldringh. | | |
| Punkt I | 8,25 | 10 | 0,83 | ± 0",91 |
| Punkt IV | 20,40 | 20 | 1,02 | 1 ,01 |
| Boeboet | 33,42 | 25 | 1,34 | 1 ,16 |
| Tjitjadas | 10,21 | 20 | 0,51 | 0 ,72 |
| Mentjeré | 21,00 | 30 | 0,70 | 0 ,83 |
| Poetri | 9,45 | 20 | 0,47 | 0 ,68 |
| | 102,71 | 125 | 0,82 | ± 0",91 |

| Dreieckspunkte. | (*VV*) | Theiler | $m^2$ | $m$ |
|---|---|---|---|---|
| | | **Beobachter: J. A. Oudemans.** | | |
| Poelo Sangéan | 15,75 | 15 | 0,92 | ± 0",96 |
| Anjer | 4,99 | 5 | 1,00 | 1 ,00 |
| Karang | 1,67 | 5 | 0,55 | 0 ,58 |
| Gedé | 9,57 | 20 | 0,47 | 0 ,69 |
| | 29,78 | 45 | 0,66 | ± 0",82 |
| | | **Instrument P. M. II.** | | |
| | | **Beobachter: Van Asperen.** | | |
| Kritjian | 457,75 | 27 | 16,95 | ± 4",12 * |
| | | **Instrument P. M. III.** | | |
| | | **Beobachter: Woldringh.** | | |
| Batoehideung | 560,95 | 55 | 10,92 | ± 3",30 |
| Tjemiring | 85,79 | 34 | 2,52 | 1 ,59 |
| Slamat III | 158,65 | 85 | 1,87 | 1 ,37 |
| Kembang | 52,44 | 13 | 4,05 | 2 ,01 ** |
| | 657,85 | 165 | 3,99 | ± 2",00 |
| | | **Instrument P. M. IV.** | | |
| | | **Beobachter: Teunissen.** | | |
| Ardjoeno (Baglen) | 54,58 | 12 | 4,55 | ± 2",13 |
| Kembang | 52,44 | 13 | 4,05 | 2 ,01 ** |
| Prahoe | 118,11 | 28 | 4,22 | 2 ,05 |
| | 225,13 | 53 | 4,25 | ± 2",06 |
| | | **Beobachter: Van Isselmuden.** | | |
| Ketjiri | 186,09 | 31 | 6,00 | ± 2",45 |
| Pasoeroean | 108,02 | 12 | 9,00 | 3 ,00 |
| Semonkron | 93,57 | 16 | 5,85 | 2 ,42 |
| | 387,68 | 59 | 6,57 | ± 2",56 |

* Sehr schlechte Uebereinstimmung der Kreislagen unter einander. Die Mittelzahlen stimmten jedoch gut mit den Messungen auf anderen Punkten.

** Zu Kembang sind die Messungen ungefähr für die Hälfte von Herrn Woldringh mit P. M. III und für die Hälfte von Herrn Teunissen mit P. M. IV. ausgeführt. Dieselben sind combinirt ausgeglichen worden, und beiden Beobachtern ist die Hälfte der (*VV*) zugetheilt worden.

## RECAPITULATION.

| Instrument. | Beobachter. | $(VV)$ | Theiler. | $m^2$ | $m$ | $(VV)$ | Theiler. | $m^2$ | $m$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Repsold (12 z.) | Soeters | 295,70 | 411 | 0,72 | ± 0",85 | 745,39 | 876 | 0,85 | ± 0",92 |
| | Van Asperen | 105,44 | 92 | 1,15 | 1 ,07 | | | | |
| | Van Isselmuden | 344,25 | 373 | 0,92 | 0 ,96 | | | | |
| Gross P. M. I (10 z.) | Flory | 673,02 | 430 | 1,57 | 1 ,25 | 1332,51 | 880 | 1,51 | 1 ,23 |
| | Soeters | 507,21 | 373 | 1,36 | 1 ,17 | | | | |
| | J. A. Oudemans | 139,30 | 57 | 2,44 | 1 ,56 | | | | |
| | *Teunissen | 12,98 | 20 | 0,65 | 0 ,81 | | | | |
| Gross P. M. II (10 z.) | Metzger | 1780,25 | 964 | 1,85 | 1 ,36 | 1912,74 | 1134 | 1,69 | 1 ,30 |
| | Woldringh | 102,71 | 125 | 0,82 | 0 ,91 | | | | |
| | J. A. Oudemans | 29,78 | 45 | 0,66 | 0 ,82 | | | | |
| P. M. II (8 z.) | Van Asperen | | | | | 457,78 | 27 | 16,95 | 4 ,12 |
| P. M. III (8 z.) | Woldringh | | | | | 657,83 | 165 | 3,99 | 2 ,00 |
| P. M. IV (8 z.) | Teunissen | 225,13 | 53 | 4,25 | 2 ,06 | 612,81 | 112 | 5,47 | 2 ,34 |
| | Van Isselmuden | 387,68 | 59 | 6,57 | 2 ,56 | | | | |

### Zusammenstellung.

| | Halbmesser der Theilung. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Repsold. | 158 mm. | 745,39 | 876 | 0,85 | ± 0",92 = ± 0μ,71 |
| Gross P. M. I und II | 185 " | 3245,25 | 2014 | 1,61 | 1 ,27 = 0 ,83 |
| P. M. II, III und IV | 105 " | 1728,37 | 304 | 5,68 | 2 ,38 = 1 ,21 |
| Nur P. M. III und IV | 105 " | 1270,64 | 277 | 4,59 | 2 ,14 = 1 ,09 |

Die Zahlen in der letzten Columne zeigen am deutlichsten, dass das 12-zöllige Repsold'sche Instrument, auch mit Rücksicht auf den grösseren Halbmesser der Theilung, sich am Besten bewährt hat; die höchst genaue Theilung und die etwas stärkere Vergrösserung der Mikroskope hat daran ohne Zweifel Antheil.

Von den Pistor'schen Instrumenten haben sich auch die grösseren (10-zölligen) verhältniss-

mässig am besten bewährt, was den stärkeren Vergrösserungen, sowohl des Fernrohrs als der Mikroskope, und vielleicht auch der schärferen Ablesung der Mikrometertrommeln zuzuschreiben ist.

Schliessen wir von den achtzölligen Instrumenten P. M. II aus, weil die Messungen mit diesem Instrumente die ersten sind, welche nach der Wiederaufnahme der Triangulation, und dabei noch auf Signale, ausgeführt worden sind, so geben die beiden anderen Instrumente derselben Grösse $m = \pm 2'',14 = \pm 1\mu,09$.

Multiplicirt man den in Mikrons der Theilung ausgedrückten mittleren Fehler einer Richtung wiederum mit dem Halbmesser der Theilung in Millimetern, so erhält man:

| | |
|---|---|
| für Repsold . . . . . . . . . . . . . . | 112, |
| für Gross P. M. I und II. . . . . . . . . . | 112, |
| für P. M. III und IV . . . . . . . . . . . | 114, |
| Im Mittel: | 113; |

und dieses führt uns zu dem merkwürdigen, freilich zu erwartenden, Resultate, dass der m. Fehler einer einzigen Richtung (Mittel aus Fernrohr (resp. Objectiv,) rechts und links) in Linienmaass auf dem Kreisrande dem Halbmesser umgekehrt proportional, also in Winkelmaass dem Quadrat des Halbmessers umgekehrt proportional ist. Will man die Zahl etwas genauer kennen, in welche man die zweite Potenz des Halbmessers in Millimetern zu theilen hat, um den mehrgenannten m. Fehler zu ermitteln, so findet man mit vier Decimalstellen:

$$\log. 158^2 \times \sqrt{\frac{745,39}{876}} = 4,3624, \quad \text{Gewicht } 2,$$

$$\log. 135^2 \times \sqrt{\frac{3245,25}{2044}} = 4,3642, \quad \text{,,} \quad 7,$$

$$\log. 105^2 \times \sqrt{\frac{1270,64}{277}} = 4,3732, \quad \text{,,} \quad 1.$$

Oder im Mittel, mit Rücksicht auf die Gewichte:

$$4,3647 = \log. 23160$$

Die Probe stimmt so:

$$\frac{23160}{158^2} = 0'',93, \text{ gefunden } 0'',92;$$

$$\frac{23160}{135^2} = 1\ ,27, \quad \text{,,} \quad 1\ ,27;$$

$$\frac{23160}{105^2} = 2\ ,10, \quad \text{,,} \quad 2\ ,14.$$

Der Schluss dieser Rechnung lautet also wie folgt: Bei der primären Triangulation von Java wurde, wenn $R$ der Halbmesser, ($D$ der Durchmesser) der Theilung der benutzten Kreise in Millimetern bedeutet, aus den Stations-Ausgleichungen der mittlere Fehler einer einzigen, aus Fernrohr rechts und Fernrohr links abgeleiteten, Richtung gefunden

$$= \frac{23160''}{R^2} = \frac{92640''}{D^2}.$$

## § 8. Der mittlere Fehler eines Winkels, nach der Ferrero'schen Formel, aber für die Instrumente verschiedener Grösse so viel als möglich getrennt.

---

In der historischen Einleitung ist, S. 7 und 8, bereits das Ergebniss der Anwendung der Ferrero'schen Formel auf die Dreiecke erster Ordnung der Triangulation von Java mitgetheilt worden.

Die Dreiecke sind noch später nach den Instrumenten getrennt worden und so wurde die folgende Tabelle zusammengestellt, in welcher die Nummern der Dreiecke den Seiten 78 bis 111 entnommen sind. Die Schlussfehler der Dreiecke kann man aus diesen und den vorigen Seiten 53—77, leicht wiederfinden, nur ist hier zu bemerken, dass in den unten folgenden Tabellen, $\varepsilon$ die Summe der Winkelverbesserungen, also ein positives $\varepsilon$ eine zu kleine Winkelsumme bedeutet. Ferner sind noch die Schlussfehler der Basisnetz-Dreiecke hinzugefügt worden.

**DREIECKE, DEREN WINKEL MIT EINEM UND DEMSELBEN 12 ODER 10 ZÖLLIGEN INSTRUMENTE GEMESSEN SIND.**

**Repsold.**

| Nummer des Dreiecks. | $\varepsilon$ | $\varepsilon^2$ |
|---|---|---|
| 162 | + 0",80 | 0,64 |
| 163 | − 0,42 | 0,18 |
| 165 | − 0,27 | 0,07 |
| 166 | + 3,09 | 9,00 |
| 167 | − 0,78 | 0,61 |
| 168 | + 1,82 | 3,31 |
| 169 | + 1,26 | 1,59 |
| 170 | + 0,23 | 0,05 |
| 171 | − 0,33 | 0,11 |
| 172 | − 1,16 | 1,35 |
| 173 | − 0,66 | 0,44 |
| 174 | + 0,73 | 0,53 |
| 175 | − 0,88 | 0,77 |
| 176 | − 1,58 | 2,50 |
| 177 | + 0,15 | 0,02 |
| 178 | − 0,34 | 0,12 |
| 179 | + 1,23 | 1,51 |
| 180 | + 1,81 | 3,28 |
| 181 | − 0,30 | 0,09 |
| 182 | − 1,40 | 1,96 |
| 183 | + 0,55 | 0,30 |
| 184 | + 0,13 | 0,02 |
| 185 | + 0,25 | 0,06 |
| 186 | + 0,46 | 0,21 |
| 187 | + 0,33 | 0,11 |
| 188 | − 1,23 | 1,51 |
| 189 | − 0,22 | 0,05 |
| 190 | + 0,46 | 0,21 |
| 191 | + 1,02 | 1,04 |
| 192 | − 0,84 | 0,71 |
| 193 | + 2,54 | 6,45 |
| 194 | + 2,32 | 5,38 |
| 195 | − 1,80 | 3,24 |
| 196 | − 1,70 | 2,89 |
| 197 | − 0,44 | 0,19 |
| 198 | − 1,33 | 1,77 |
| Basis-Netz von Logan-tong. | − 0,92 | 0,85 |
| | − 0,28 | 0,08 |
| | − 0,49 | 0,24 |
| | − 1,22 | 1,49 |
| | − 1,75 | 3,06 |
| | − 0,84 | 0,71 |
| | − 0,74 | 0,55 |
| | − 1,08 | 1,17 |
| Basis-Netz von Tangsil. | + 0,02 | 0,00 |
| | − 0,36 | 0,13 |
| | − 0,00 | 0,00 |
| | − 0,70 | 0,49 |
| | − 0,05 | 0,00 |
| | − 0,61 | 0,37 |
| | + 0,07 | 0,00 |
| | − 0,76 | 0,58 |
| | − 0,87 | 0,76 |
| | + 0,31 | 0,10 |
| | − 0,28 | 0,08 |
| | − 0,01 | 0,00 |

$56 \times 3\,m^2 = 168\,m^2 = 62,93$

$m^2 = 0,37$

$m = \pm\, 0,61$

**Gross P. M. I.**

| Nummer des Dreiecks. | $\varepsilon$ | $\varepsilon^2$ |
|---|---|---|
| 73 | + 1",87 | 3,50 |
| 75 | − 2,89 | 8,35 |
| 79 | + 2,18 | 4,75 |
| 81 | − 0,83 | 0,69 |
| 83 | + 1,84 | 3,39 |
| 87 | − 0,07 | 0,00 |
| 89 | − 2,60 | 6,76 |
| 90 | + 0,03 | 0,00 |
| 91 | + 1,61 | 2,59 |
| 92 | + 1,30 | 1,69 |
| 93 | − 0,86 | 0,74 |
| 94 | + 0,62 | 0,38 |
| 95 | + 3,17 | 10,05 |
| 96 | − 1,28 | 1,64 |
| 97 | − 0,78 | 0,61 |
| 99 | − 0,04 | 0,00 |
| 100 | − 1,68 | 2,82 |
| 104 | − 3,72 | 13,84 |
| 106 | − 1,59 | 2,53 |
| 108 | + 4,67 | 21,81 |
| 109 | + 2,54 | 6,45 |
| 110 | − 1,08 | 1,17 |
| 111 | + 2,29 | 5,24 |
| 112 | − 1,30 | 1,69 |
| 113 | − 3,15 | 9,92 |
| 114 | − 0,27 | 0,07 |
| 115 | + 2,99 | 8,94 |
| 116 | + 1,06 | 1,00 |
| 117 | + 0,60 | 0,36 |
| 118 | + 0,02 | 0,00 |
| 119 | − 2,32 | 5,38 |
| 120 | + 0,23 | 0,05 |
| 121 | + 4,44 | 19,71 |
| 122 | − 0,53 | 0,28 |
| 123 | − 1,40 | 1,96 |
| 124 | + 1,03 | 1,06 |
| 125 | − 1,10 | 1,21 |
| 126 | + 0,20 | 0,04 |
| 127 | + 0,88 | 0,77 |
| 128 | − 2,02 | 4,08 |
| 136 | + 0,60 | 0,36 |
| 137 | − 1,59 | 2,53 |
| 138 | + 1,82 | 3,31 |
| 139 | + 3,95 | 15,60 |
| 140 | − 0,19 | 0,04 |
| 141 | + 3,27 | 10,69 |
| 142 | + 0,78 | 0,61 |
| 143 | + 1,01 | 1,02 |
| 144 | + 3,50 | 12,25 |
| 145 | + 1,04 | 1,08 |
| 146 | − 0,09 | 0,01 |
| 147 | + 0,69 | 0,48 |
| 148 | 0,00 | 0,00 |
| 149 | + 0,48 | 0,23 |
| 150 | − 0,21 | 0,04 |
| 152 | − 1,08 | 1,17 |
| 153 | − 0,31 | 0,10 |

$51 \times 3\,m^2 = 171\,m^2 = 205,04$

$m^2 = 1,20$

$m = \pm\, 1",10$

**Gross P. M. II.**

| Nummer des Dreiecks. | $\varepsilon$ | $\varepsilon^2$ |
|---|---|---|
| 1 | − 0",52 | 0,27 |
| 2 | − 2,07 | 4,28 |
| 3 | − 3,10 | 9,61 |
| 4 | + 1,65 | 2,72 |
| 5 | − 1,67 | 2,79 |
| 6 | − 2,66 | 7,08 |
| 7 | − 3,64 | 13,25 |
| 8 | + 1,49 | 2,22 |
| 10 | + 0,46 | 0,21 |
| 11 | − 3,10 | 9,61 |
| 14 | − 0,67 | 0,45 |
| 15 | + 4,23 | 17,89 |
| 16 | − 2,13 | 4,54 |
| 17 | + 1,74 | 3,03 |
| 18 | − 2,67 | 7,13 |
| 19 | + 1,24 | 1,54 |
| 20 | + 0,12 | 0,01 |
| 21 | + 0,38 | 0,14 |
| 22 | + 1,50 | 2,25 |
| 23 | − 1,97 | 3,88 |
| 24 | + 0,62 | 0,38 |
| 25 | + 0,88 | 0,77 |
| 26 | − 0,01 | 0,00 |
| 27 | − 3,11 | 9,67 |
| 28 | + 1,40 | 1,96 |
| 29 | − 0,49 | 0,24 |
| 30 | + 1,46 | 2,13 |
| 31 | − 4,70 | 22,09 |
| 32 | − 1,41 | 1,99 |
| 33 | − 2,86 | 8,18 |
| 34 | + 0,42 | 0,18 |
| 35 | − 0,62 | 0,38 |
| 36 | − 1,54 | 2,37 |
| 37 | − 0,20 | 0,04 |
| 38 | + 1,89 | 3,57 |
| 39 | − 1,84 | 3,39 |
| 40 | + 2,33 | 5,43 |
| 41 | − 5,00 | 25,00 |
| 42 | − 0,52 | 0,27 |
| 43 | − 2,46 | 6,05 |
| 44 | − 2,34 | 5,48 |
| 45 | − 0,64 | 0,41 |
| 46 | + 5,56 | 30,91 |
| 47 | + 0,33 | 0,11 |
| 48 | + 0,91 | 0,83 |
| 49 | − 1,93 | 3,72 |
| 50 | + 2,56 | 6,55 |
| 51 | − 1,96 | 3,84 |
| 52 | − 1,21 | 1,46 |
| 54 | + 0,62 | 0,38 |
| 56 | + 3,31 | 10,96 |
| 57 | + 1,92 | 3,69 |
| 58 | − 2,58 | 6,66 |
| 59 | − 1,92 | 3,69 |

$54 \times 3\,m^2 = 162\,m^2 = 265,68$

**DREIECKE, DEREN WINKEL MIT 8 ZÖLLIGEN INSTRUM. GEMESSEN SIND.**

**P. M. III oder IV.**
(Einzeln oder vereinigt.)

| Nummer des Dreiecks. | $\varepsilon$ | $\varepsilon^2$ |
|---|---|---|
| 66 | − 0",80 | 0,64 |
| 67 | − 1,02 | 1,04 |
| 68 | 0,00 | 0,00 |
| 201 | − 1,78 | 3,17 |
| 204 | − 1,27 | 1,61 |
| 207 | − 0,81 | 0,66 |
| 208 | − 4,55 | 20,70 |
| 209 | − 0,16 | 0,03 |
| 210 | + 3,34 | 11,16 |
| 211 | − 4,17 | 17,39 |
| 212 | − 0,79 | 0,62 |
| 213 | − 4,10 | 16,81 |
| 214 | − 0,39 | 0,15 |
| 215 | + 6,57 | 43,16 |
| 216 | − 2,86 | 8,18 |
| 217 | − 2,06 | 4,24 |
| 218 | − 1,53 | 2,34 |
| 219 | + 3,96 | 15,68 |
| 222 | + 0,74 | 0,55 |

$19 \times 3\,m^2 = 57\,m^2 = 148,13$

$m^2 = 2,60$

$m = \pm\, 1",61$

**Gross P. M. II.**

**Fortsetzung.**

| | $\varepsilon$ | $\varepsilon^2$ |
|---|---|---|
| Basis-Netz von Sim-plak. | − 0",84 | 0,71 |
| | + 0,67 | 0,45 |
| | + 1,40 | 1,96 |
| | − 0,16 | 0,03 |
| | + 1,04 | 1,08 |
| | − 0,35 | 0,12 |
| | + 1,44 | 2,07 |
| | + 2,06 | 4,24 |
| | − 0,56 | 0,31 |
| | − 1,77 | 3,13 |
| | | 265,68 |

$64 \times 3\,m^2 = 192\,m^2 = 279,78$

$m^2 = 1,46$

$m = \pm\, 1,21$

## DREIECKE, DEREN WINKEL MIT VERSCHIEDENEN INSTRUMENTEN GEMESSEN WORDEN SIND.

| Instrumente. | Nummer des Dreiecks. | ε | ε² | Summe. | Theiler. | m² | m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nur grössere Instrumente, (12 und 10 zöllig.)** | | | | | | | |
| 1 Winkel mit Repsold . . . und 2 « « Gross P. M. II . | 134 | −0″,11 | 0,01 | 31,01 | 33 | 0,94 | ± 0″,97 |
| | 133 | +2 ,92 | 8,53 | | | | |
| | 131 | 0 ,12 | 0,01 | | | | |
| | 134 | −2 ,62 | 6,86 | | | | |
| 2 Winkel mit Gross P. M. I. . und 1 « « Gross P. M. II. . | 82 | −0 ,48 | 0,23 | | | | |
| | 83 | +1 ,18 | 1,39 | | | | |
| | 84 | −1 ,14 | 1,30 | | | | |
| | 98 | −2 ,39 | 5,71 | | | | |
| | 101 | +1 ,50 | 6,25 | | | | |
| | 102 | +0 ,79 | 0,62 | | | | |
| | 103 | +0 ,31 | 0,10 | | | | |
| **Grössere (12 oder 10 zöllig) mit kleineren Instrumenten (8 zölligen) gemischt.** | | | | | | | |
| 2 Wink. mit Reps., und 1 mit P. M. IV. | 132 | +2″,23 | 4,97 | 198,07 | 66 | 3,00 | ± 1″,73 |
| | 133 | −5 ,59 | 31,25 | | | | |
| 1 Wink. mit Reps., und 2 mit P. M. IV. | 133 | +4 ,37 | 49,10 | | | | |
| | 139 | −6 ,38 | 40,70 | | | | |
| | 160 | +1 ,71 | 2,92 | | | | |
| 1 Wink. mit Repsold, 1 mit Gr. P. M. I, und 1 zusammengestellt aus einem mit Gr. P. M. I und einem mit P. M. IV gemessenen Winkel . . . | 129 | +5 ,77 | 33,29 | | | | |
| 2 Wink. mit Gr. P. M. I und 1 mit P. M. IV . . . . . . . . | 70 | −0 ,63 | 0,40 | | | | |
| | 71 | −0 ,29 | 0,08 | | | | |
| | 72 | −0 ,60 | 0,36 | | | | |
| | 74 | −0 ,87 | 0,76 | | | | |
| | 76 | −2 ,50 | 6,25 | | | | |
| | 77 | +1 ,26 | 1,59 | | | | |
| | 78 | +2 ,54 | 6,45 | | | | |
| | 80 | −1 ,14 | 1,30 | | | | |
| 2 Wink. mit Gr. P. M. I und 1 mit P. M. III. . . . . . . . . . | 61 | +2 ,78 | 7,73 | | | | |
| 1 Wink. mit Gr. P. M. II und 2 mit P. M. III . . . . . . . . | 63 | −0 ,74 | 0,55 | | | | |
| | 69 | +0 ,77 | 0,59 | | | | |
| | 200 | +0 ,03 | 0,00 | | | | |
| | 203 | −2 ,12 | 4,49 | | | | |
| 1 Wink. mit Gr. P. M. II, 1 mit III und 1 mit IV . . . . . . . | 202 | −0 ,90 | 0,81 | | | | |
| | 203 | −2 ,05 | 4,20 | | | | |
| | 206 | +0 ,43 | 0,18 | | | | |

# RECAPITULATION.

| Anzahl der Dreiecke. | Instrument. | $[\varepsilon^2]$ | Theiler. | $m^2$ | $m$ | $\frac{21141''}{R^2}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 56 | Repsold, (12 z.). . . . . . . . | 62,95 | 168 | 0,37 | ± 0",61 | ±0",85 |
| 121 | Gross P. M. I und II, (10 z.) . . | 484,82 | 365 | 1,35 | 1 ,16 | 1 ,16 |
| 19 | P. M. III und IV, (10 z.) . . . | 148,15 | 57 | 2,60 | 1 ,61 | 1 ,92 |
| 11 | 12 und 10 z. gemischt . . . . | 31,01 | 33 | 0,94 | 0 ,97 | |
| 22 | 12 oder 10 z. und 8 z. gemischt . | 198,07 | 66 | 3,00 | 1 ,73 | |

Die Zahl 21141" in der letzten Columne ist = 135² × 1",16.

Vergleicht man die beiden letzten Columnen mit einander, so sieht man dass das Repsold'sche Instrument hier noch schöner aus dem Genauigkeitskampfe hervortritt als früher.

Vergleicht man weiter die für Repsold und G. M. I und II geltenden (m. Fehler)² einer Richtung 0,85 und 1,61, (S. 144, unten, welche also, verdoppelt, für einer Winkel 1,70, und 3,22 werden,) mit den oben gefundenen 0,37 und 1,35, so giebt diese Untersuchung für das Verhaltniss zwischen dem (m. Fehler)² eines einmal gemessenen und eines aus der Stations-Ausgleichung abgeleiteten Winkels:

bei dem 12 zölligen Repsold nahe wie 4,6 : 1,
« « 10 « P. M. = 2,4 : 1.

## § 9. Der mittlere Fehler einer Einstellung des Fernrohrs und einer Ablesung des Mikroskops.

Ausser zu den Bestimmungen der mittleren Fehler einer einzigen, wie auch einer ausgeglichenen Richtung, liefern die langen Reihen der bei einer Triangulation vorkommenden Mikrometer-Ablesungen ein reiches Material zu verschiedenen auf mittlere Fehler sich beziehende Untersuchungen, und es kommt mir vor, dass diese für die Analyse der Fehlerursachen dienen und somit eine klarere Ansicht über zufällige und systematische Fehler abgeben können.

Bei jeder Lage des Fernrohrs, (rechts und links) wurde programmgemäss der Rundgang (nach Hansen: «Gyrus",) doppelt durchgemacht und zum Schluss das Fernrohr zum dritten Male auf das erste Object gerichtet. Das arithmetische Mittel aus den Resultaten der zwei resp. drei Ablesungen des horizontalen Kreises, wurde für die endgültige Richtung angenommen.

Der Unterschied der bei den beiden Lagen des Fernrohrs erhaltenen Mittel würde, falls die Einstellungen und Ablesungen fehlerfrei wären,

$$= \left(\frac{2\,e}{E \operatorname{Sin} 1''} + 2\,c\right) \operatorname{cosec} z$$

sein, wo

$e$ die Excentricität des Fernrohrs,*
$E$ die Entfernung des Objects,
$c$ der Collimationsfehler des Fernrohrs,
$z$ die Zenithdistanz des Objects

bedeutet.

So lange $c$ nur einige wenige Sekunden beträgt, und $z$ nicht viel von 90° verschieden ist, kann der Factor $\operatorname{cosec} z = 1$ gesetzt werden, wo es aber nöthig war, (freilich nur in einzelnen seltenen Fällen, bei grossem $c$ und kleinem $z$,) ist der Factor $\operatorname{cosec} z$ berücksichtigt worden; wird also der genännte Unterschied mit dem Werth von $\frac{2\,e}{E \operatorname{Sin} 1''} \operatorname{cosec} z$ vermindert, welcher von Zielpunkt zu Zielpunkt

* Bei den 8-zölligen Instrumenten 0,156, bei den 10 zölligen 0,2115 Meter, siehe S. 11. P. M. I und Repsold hatten gebrochene Fernröhre, also war bei denselben $e = o$. Die beiden Lagen des Fernrohrs werden bei derartigen Instrumenten mit «Objectiv rechts" und „Objectiv links" angedeutet.

wechselt, aber genau berechnet werden kann, so bleibt, abgesehen vom Factor $\operatorname{cosec}^2 z$, nur $2c$ übrig; nun ist bei den benutzten Pistor'schen Universal-Instrumenten dieser Collimationsfehler des Fernrohrs, dessen Ocularrohr hinein- und herausgeschoben werden kann, zwar sehr veränderlich, während eines Rundgangs in zwei Lagen des Fernrohrs kann derselbe jedoch als constant angesehen werden, und so gewähren die durch die verschiedenen Zielpunkte erhaltenen Werthe von $2c$ die Gelegenheit, den mittleren Fehler einer einzigen Einstellung und Ablesung zu bestimmen. ** Es muss dabei auf die verschiedenen Gewichte, $p$, der gefundenen Werthe von $2c$ Rücksicht genommen werden: bekanntlich ist aber

$$p = \frac{n\ n'}{n + n'},$$

wo $n$ die Zahl der Einstellungen bei Fernrohr rechts und $n'$ bei Fernrohr links bedeutet.

Sind nun an einer Station, in $R$ Rundgängen $S$ Richtungen gemessen, so ist

$$m_1 = \sqrt{\frac{[p\,\varepsilon^2]}{S - R}},$$

wo $\varepsilon$ der Unterschied zwischen den einzelnen Werthen von $2c$ mit dem für jeden Rundgang geltenden wahrscheinlichsten Werth bedeutet.

Zur Erläuterung werden wir hier die Berechnung aus einer kurzen Beobachtungsreihe folgen lassen. Ich bemerke noch, dass bei dieser und der nächstfolgenden Untersuchung die Einstellungen auf Heliotrope und Signale getrennt gehalten sind; nur einzelne Male sind dieselben bei kleiner Anzahl vereinigt worden.

Die Reduction $\frac{2\,e}{E \operatorname{Sin} 1''}$ wurde, mit dem Argumente $E$ in Kilometern, einer Tafel entnommen.

## PATJAKARAN, Juli 1868.

Beobachter: Flory. Gross P. M. 1, ($2\,e = 0{,}425$ Meter).

Einstellung auf Heliotrope.

| Zielpunkte. | Entfernung $E$ in Kilometern. | Reduction $= \frac{2\,e}{E \operatorname{Sin} 1''}$ |
|---|---|---|
| 1. Dradjat .... .............. | 22,0 | 3'',97 |
| 2. Watoetjéleng ............ ... | 39,1 | 2 ,24 |
| 3. Toenggangan ............... | 32,5 | 2 ,69 |

** Einzelne Male ist es vorgekommen, dass der für $2c$ gefundene Werth verschieden gefunden wurde, je nachdem das Fernrohr auf das eine oder auf das andere Signal gerichtet worden war. Die Ursache dieser Abnormalität ist schwer anzugeben. Am Fusse der unten folgenden, auf P. M. II bezüglichen Tabelle ist davon ein Beispiel angeführt. Vielleicht rührt der gefundene Unterschied daher, dass der Beobachter auf das eine Signal einen anderen Punkt im Felde des Fernrohrs richtete als auf das andere, z. B. dass er das eine in die Mitte zwischen den Mittelfaden brachte, das andere mit einen der Mittelfäden bedeckte. Wenn er sich dann bei der zweiten Lage des Fernrohrs nicht im Faden versieht, so ist das Mittel zwischen Fernrohr rechts und links richtig, der abgeleitete Werth von $2c$ aber, ist bei beiden Signalen verschieden.

| Rundgang. | Zielpunkt. | Rechts. | $n$ | $L-R$ | Links aus Rechts abgeleitet | Links beobachtet. | $n^1$ | $2c$ | $p$ | Wahrsch. Werth. | $v$ | $v^2$ | $pv^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 18",18 | 3 | 3",97 | 22",15 | 28",62 | 3 | − 6",47 | 1,5 | 6",15 | − 0",32 | 0,10 | 0,15 |
| | 3 | 55 ,07 | 2 | 2 ,69 | 57 ,76 | 63 ,42 | 2 | − 5 ,66 | 1 | | + 0 ,49 | | 0,31 |
| 2 | 1 | 42 ,93 | 3 | 3 ,97 | 46 ,90 | 51 ,98 | 3 | − 5 ,08 | 1,5 | 6 ,88 | + 1 ,30 | 1,69 | 2,54 |
| | 3 | 17 ,53 | 2 | 2 ,69 | 20 ,22 | 28 ,56 | 2 | − 8 ,34 | 1 | | − 1 ,96 | | 3,84 |
| 3 | 1 | 31 ,15 | 3 | 3 ,97 | 35 ,12 | 38 ,83 | 3 | − 3 ,71 | 1,5 | 4 ,62 | + 0 ,91 | 0,83 | 1,24 |
| | 3 | 6 ,66 | 2 | 2 ,69 | 9 ,35 | 15 ,34 | 2 | − 5 ,99 | 1 | | − 1 ,37 | | 1,88 |
| 4 | 1 | 5 ,35 | 3 | 3 ,97 | 9 ,32 | 11 ,97 | 3 | − 2 ,65 | 1,5 | 3 ,16 | + 0 ,51 | 0,26 | 0,39 |
| | 2 | 37 ,39 | 2 | 2 ,24 | 39 ,63 | 40 ,25 | 2 | − 0 ,62 | 1 | | + 2 ,54 | | 6,45 |
| | 3 | 40 ,90 | 2 | 2 ,69 | 43 ,59 | 50 ,04 | 2 | − 6 ,45 | 1 | | − 3 ,29 | | 10,82 |
| 5 | 1 | 41 ,66 | 3 | 3 ,97 | 45 ,63 | 45 ,43 | 3 | + 0 ,20 | 1,5 | 1 ,33 | + 1 ,53 | 2,34 | 3,51 |
| | 2 | 10 ,44 | 3 | 2 ,24 | 12 ,68 | 13 ,45 | 2 | − 1 ,17 | 1,2 | | + 0 ,16 | 0,03 | 0,01 |
| | 3 | 14 ,67 | 2 | 2 ,69 | 17 ,36 | 21 ,16 | 2 | − 3 ,80 | 1 | | − 2 ,47 | | 6,10 |
| 6 | 1 | 35 ,02 | 3 | 3 ,97 | 38 ,99 | 27 ,75 | 3 | + 11 ,21 | 1,5 | 11 ,44 | − 0 ,20 | 0,04 | 0,06 |
| | 2 | 5 ,20 | 1 | 2 ,24 | 7 ,44 | 55 ,10 | 1 | + 12 ,01 | 0,5 | | + 0 ,60 | 0,36 | 0,18 |

$S = 14;\ R = 6$, also $8\, m_1^2 = 37{,}44$

$m_1^2 = 4{,}68$

$m_1 = \pm\, 2'',16$

Es versteht sich aber, dass der mittlere Fehler einer Einstellung und Ablesung nicht nur aus den mittleren Ablesungen bei Fernrohr rechts verglichen mit Fernrohr links, sondern auch aus den zwei oder drei Ablesungen in *demselben* Rundgange abgeleitet werden kann; dann wird also »Fernrohr rechts" mit Fernrohr rechts, resp. »Fernrohr links" mit Fernrohr links verglichen. Sind nun in einem Rundgange $a$ Zielpunkte dreimal und $b$ Zielpunkte zweimal eingestellt, und nennt man die Abweichungen der einzelnen Ablesungen vom arithmetischen Mittel $\varepsilon$, den m. Fehler einer einzigen Ablesung $m_2$, so ist einfach

$$m_2 = \sqrt{\frac{[\varepsilon^2]}{2a + b}}\,.$$

Es wird wohl überflüssig sein von dieser einfachen Rechnung ein Beispiel mitzutheilen. Nur sei erwähnt dass, wie man oben, S. 48 und 49, sehen kann, *für jedes Mikroskop* das ar. Mittel aus den zwei resp. drei Ablesungen gezogen war, dass also die $\varepsilon$ am leichtesten für beide Mikroskope besonders berechnet werden konnten, und wenn man die erhaltenen Werthe $\varepsilon_A$ und $\varepsilon_B$ nennt,

$$\varepsilon = \tfrac{1}{2}\left(\varepsilon_A + \varepsilon_B\right)$$

war. Der Factor $\frac{1}{2}$ wurde aber erst nachträglich berücksichtigt, so dass zuletzt

$$[\varepsilon^2] = \tfrac{1}{4}\left[(\varepsilon_I + \varepsilon_{II})^2\right]$$

genommen wurde.

Merkwürdigerweise wurde $m_2$ überhaupt kleiner als $m_1$ befunden.

---

Es kommt weiter der mittlere Fehler des Ablesens durch ein Miskroskop in Betracht. Sowohl als Sicherheitsmaassregel, als auch um über diesen m. F. ein klares Urtheil zu haben, wurden, wenigstens von dem Augenblicke ab, wo die Triangulation unter meine Leitung gebracht worden war, die Mikroskope immer doppelt abgelesen, und aus den Unterschieden dieser doppelten Ablesungen desselben Striches konnte der m. F. einer Ablesung bestimmt werden, nämlich der Theil dieses m. Fehlers, der von der Schärfe oder Schwäche des Auges herrührt. Bekanntlich giebt es noch einen anderen Theil, der von der momentanen Auffassung der Striche abhängt, also bei zwei hinter einander ausgeführten Ablesungen constant bleibt; bei den scharf gezogenen Pistor'schen Strichen ist aber nicht anzunehmen, dass dieser Theil mit erstgenanntem in Vergleichung kommt.

Der erste Theil dieses m. Fehlers, welchen wir kurz den m. Fehler einer Mikrometer-Ablesung nennen und mit $m_3$ bezeichnen wollen, ist aus den Ablesungen, nicht nur auf den sämmtlichen primären Punkten, sondern auch, wo es für die achtzölligen Instrumente nöthig war, auf secundären Punkten, bestimmt worden. Für jeden Punkt wurde aber meistentheils die Rechnung nur so weit fortgesetzt bis der Theiler 800 bis 900 betrug.

Ist $n$ die Anzahl der doppelt abgelesenen Striche, $\delta$ der Unterschied der beiden Ablesungen, so ist

$$m_3 = \pm\sqrt{\frac{[\delta^2]}{2n}}.$$

---

An die Berechnung van $m_2$ wurde noch eine andere Untersuchung angeknüpft. Wenn der Obertheil des Universal-Instruments gut auf der vertikalen Achse ruht, und das Fernrohr in demselben Rundgange mehr als einmal auf denselben Zielpunkt gerichtet wird, so muss der Unterschied der Ablesungen der beiden Mikroskope $A$ und $B$ constant sein. Dies ist aber, der unumgänglichen Ablesefehler wegen, nicht der Fall, und eben deshalb scheint sich hier eine neue Gelegenheit zu bieten, den mittleren Ablesefehler eines Mikroskops zu bestimmen. Dieser würde sich aber nicht auf die einmalige Ablesung eines Theilstriches, sondern fast immer auf das arithmetische Mittel von 4 Ablesungen beziehen; man könnte also erwarten, dass das Resultat, — wir nennen den so gefundenen m. Fehler $m_4$ —, ansehnlich kleiner sein würde als $m_3$; das Gegentheil fand aber statt; der so gefundene m. Fehler war öfters unerwartet gross und sehr unregelmässig, so dass der Einfluss des immer bestehenden Spielraums der Büchse, welche den Obertheil trägt, um die vertikale Achse, deutlich sichtbar war, indem derselbe eine veränderliche Excentricität des Kreises in Beziehung zur vertikalen Achse verursacht.

War der genannte m. Fehler zu Zeiten regelmässiger, oder nahezu constant, so kann daraus der Schluss gezogen werden, der Obertheil habe sich in dieser Periode gut auf die Achse angeschlossen. Aber sogar bei dem 12 z. Universal-Instrument von Repsold, wo in der Büchse eine starke Feder den dritten Berührungspunkt zwischen Büchse und Achse verschafft, sinkt $m_4$ nicht niedriger als $\pm$ 0",57 herab, (1872 und 1873, Beobachter van Isselmuden,) während in derselben Periode $m_3 = \pm$ 0",155 war. Ist nun das Mikroskop viermal abgelesen, so wird das ar. Mittel noch einen m. F. von $\pm$ 0",08 besitzen, also muss noch $\sqrt{(0'',57^2 - 0'',08^2)} = \pm$ 0",56, theils dem oben erwähnten zweiten Theile des Ablesefehlers, theils dem Spielraum zwischen Büchse und Vertikalachse zugeschrieben werden. Wollte

20

man diese 0″,56 ausschliesslich dem genannten Spielraum zur Last legen, so würde sie durch das Vorhandensein einer Oelschicht von $158^{mm}$ sin. $\sqrt{2} \times 0'',56 = 0\mu,4$ zu erklären sein.

Wiewohl diese letzte Rechnung also nicht zu einem besonders erspriesslichen Resultate geführt hat, so werden wir das Gefundene doch mittheilen.

Um diese ganze Untersuchung so viel als möglich auf alle Instrumente und Beobachter auszudehnen, sind auch die Messungen der Herren S. H. und G. A. de Lange mit P. M. I. und von den späteren Beobachtern auch secundäre mit aufgenommen worden. Bei diesen fehlten oft die Beobachtungen auf Heliotrope, also konnten nur die Resultate für Signalbeobachtungen abgeleitet werden; ferner war oft in den Mikroskopen jeder Theilstrich nur einmal abgelesen, so dass die Bestimmung von $m_3$ wegfiel.

Es folgen nun hier erst die Tabellen, welche die Resultate der Rechnungen enthalten. Die Instrumente und Beobachter sind getrennt gehalten worden, ebenso die Beobachtungsstationen, sobald auf denselben eine hinreichende Anzahl Einstellungen gemacht worden war; sonst sind einige Stationen vereinigt worden. Weiter sind die Tabellen für jedes Instrument chronologisch angelegt.

Um alle Combinationen, welche ein Leser zu machen wünschen könnte, zu erleichtern, sind auch die $[p\,v^2]$ und andere Quadratsummen, wie auch die $m^2$ aufgenommen, bei jenen aber, um Raum zu sparen, die überflüssigen und bedeutungslosen Decimaltheile der Quadratsecunden fortgelassen. In der ursprünglichen Rechnung sind dieselben aber auch aufgenommen, so dass die in der Tabelle mitgetheilten Summen, eine oder zwei Einheiten von den Summen der in der Columne enthaltenen Zahlen verschieden sein können.

Anfangs bestand die Gewohnheit noch nicht, immer *zwei* Theilstriche doppelt abzulesen, diese Massregel kam erst im Jahre 1865 in das Programm, (s. S. 15, oben.) In der letzten Columne der Tabellen ist durch ein Ziffer die Weise des Ablesens angegeben. 4 bedeutet also: je zwei Ablesungen auf zwei Theilstriche, 2 je zwei Ablesungen auf einen Theilstrich. Wenn in einzelnen Fällen zwei Theilstriche nur einmal abgelesen worden waren, ist dies durch das Ziffer 3 angedeutet. Die Herren de Lange lasen, wie gesagt, nicht doppelt ab, also fehlte die Gelegenheit aus ihren Ablesungen $m_3$ abzuleiten.

---

Die befolgte Methode der Messung, um in jeder Kreislage den ganzen Rundgang mit Fernrohr, resp. Objectiv, *rechts und links* abzumessen, hat den Nachtheil, dass dieselben Theilstriche zweimal benutzt werden. Später ist deshalb manchmal beim Uebergang von Fernrohr rechts zu Fernrohr links der Kreis um einen gewissen Bogen herumgedreht worden, s. z. B. P. M. III.

Während nun sonst $m_1$, ebensowenig wie $m_2$, von den Theilungsfehlern beeinflusst wird, so ist dies dann wohl der Fall, und die erhaltenen Werthe von $m_1$ sind deshalb grösser zu erwarten. In den unten folgenden Tabellen sind diese Fälle speciell angedeutet.

| Standpunkte. | Monat und Jahr. | Mittlerer Fehler einer Einstellung des Fernrohrs und Ablesung des Kreises [illegible] | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | von Objectiv rechts mit Objectiv links. | | | | | | | | von Obj. rechts mit Obj. [illegible] | | | |
| | | Auf Heliotrope. | | | | Auf Signale. | | | | Auf Heliotrope. | | | |
| | | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_2^2$ | $m_2$ |
| Beobacht[illegible] | | | | | | | | | | | | | |
| Panggong, Segorogoenong, Lawoe und Merbaboe. . | VII—XI 1864 | | | | | 17 | 44 | 2,58 | ±1",61 | | | | |
| Kendil, Segorogoenong und Madioen. . . . . . . . . | V—VI 1865 | | | | | 12 | 17 | 1,44 | 1,20 | | | | |
| Lina, Batawoe, Lembajoeugan, Lawoe und Madioen . . . . . . . . . | XI—XII 1865 | | | | | 16 | 37 | 2,28 | 1,51 | | | | |
| Pandau, Wilangan und Dorowati. . . | II—IV 1866 | 2 | 6 | 2,80 | ±1",67 | 11 | 26 | 2,54 | 1,59 | 22 | 49 | 2,22 | ±[illegible] |
| Nongko, Kalitidoe und Toenggangan . . . . | III 1867 | | | | | 23 | 89 | 3,86 | 1,96 | | | | |
| Pandan, Wonotjolo. | V „ | | | | | 20 | 52 | 2,62 | 1,62 | | | | |
| Ronggo | V 1868 | | | | | 21 | 66 | 3,15 | 1,77 | | | | |
| Ardjoeno | VI „ | 2 | 14 | 7,01 | 2,65 | 11 | 27 | 2,42 | 1,56 | 57 | 87 | 1,52 | [illegible] |
| Pakem | III 1869 | 27 | 35 | 1,29 | 1,15 | | | | | 110 | 134 | 1,22 | [illegible] |
| Argowoelan | III „ | 17 | 38 | 2,21 | 1,49 | | | | | 62 | 100 | 1,61 | [illegible] |
| Poelo Ketapan | V „ | | | | | 14 | 118 | 8,40 | 2,90 | 19 | 40 | 2,10 | [illegible] |
| Semonkron | V „ | 4 | 8 | 2,07 | 1,44 | | | | | 22 | 96 | 1,57 | [illegible] |
| | | 52 | 101 | 1,95 | ±1,39 | 145 | 476 | 3,27 | ±1",81 | 292 | 506 | 1,73 | [illegible] |

| s Vergleichung | | | | Mittlerer Fehler einer Ablesung eines Mikroskops, | | | | | | | | Weise der Ablesung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| sp. Obj. links mit Obj. links. | | | | einer einzigen Ablesung, rein, aus den Unterschieden der doppelten Ablesungen desselben Theilstrichs. | | | | einer mitt. Ables., gemischt mit dem Einfl. der veränderl. Excentricität, aus den Unterschieden der mitt. Ables". der beiden Mikroskope. | | | | |
| Auf Signale. | | | | | | | | | | | | |
| eiler. | Quadrat-summe. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_3^2$ | $m_3$ | Theiler. | Qua-drat-summe. | $m_4^2$ | $m_4$ | |

C. A. van Asperen.

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 70 | 162 | 2,60 | ± 1",61 | 412 | 47 | 0,11 | ± 0",54 | 70 | 72 | 1,03 | ± 1",02 | 2 |
| 35 | 86 | 1,56 | 1 ,17 | 752 | 105 | 0,14 | 0 ,38 | 65 | 41 | 0,66 | 0 ,81 | » |
| 72 | 158 | 2,20 | 1 ,48 | 624 | 85 | 0,13 | 0 ,36 | 72 | 60 | 0,83 | 0 ,91 | » |
| 8 | 104 | 1,79 | 1 ,34 | 676 | 81 | 0,12 | 0 ,35 | 80 | 44 | 0,55 | 0 ,74 | » |
| 4 | 122 | 1,90 | 1 ,38 | 554 | 97 | 0,18 | 0 ,42 | 64 | 28 | 0,44 | 0 ,66 | » |
| 5 | 85 | 1,17 | 1 ,08 | 620 | 120 | 0,19 | 0 ,44 | 75 | 31 | 0,42 | 0 ,65 | » |
| [illegible] | 121 | 1,72 | 1 ,31 | 510 | 97 | 0,19 | 0 ,44 | 71 | 42 | 0,59 | 0 ,77 | » |
| [illegible] | 148 | 1,38 | 1 ,17 | 1070 | 229 | 0,21 | 0 ,46 | 164 | 71 | 0,43 | 0 ,66 | » |
| | | | | 512 | 71 | 0,14 | 0 ,37 | 110 | 43 | 0,39 | 0 ,62 | » |
| | | | | 840 | 99 | 0,12 | 0 ,34 | 62 | 23 | 0,37 | 0 ,61 | » |
| | 102 | 1,48 | 1 ,22 | 574 | 85 | 0,15 | 0 ,39 | 88 | 54 | 0,62 | 0 ,79 | » |
| | | | | 192 | 38 | 0,20 | 0 ,44 | 22 | 8 | 0,36 | 0 ,60 | » |
| | 1088 | 1,68 | ± 1",30 | 7516 | 1152 | 0,16 | ± 0",40 | 959 | 517 | 0,55 | ± 0",74 | |

| Standpunkte. | Monat und Jahr. | Mittlerer Fehler einer Einstellung des Fernrohrs und Ablesung des Kreises, ... | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | von Objectiv rechts mit Objectiv links. | | | | | | | | von Obj. rechts mit Obj. rechts, ... | | | |
| | | Auf Heliotrope. | | | | Auf Signale. | | | | Auf Heliotrope. | | | |
| | | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_2^2$ | $m_2$ |
| | | | | | | | | | | Beobachtet ... | | | |
| Loeroes | III 1870 | 11 | 31 | 2,81 | +1",68 | | | | | 58 | 66 | 1,14 | ±1"[illegible] |
| Kaliasin | II 1871 | 9 | 21 | 2,31 | 1 ,52 | 16 | 53 | 3,28 | ±1",81 | 44 | 40 | 0,92 | 0 [illegible] |
| Baloeran | III " | 8 | 14 | 1,71 | 1 ,31 | 4 | 2 | 0,50 | 0 ,71 | 45 | 43 | 0,96 | 0 [illegible] |
| Loeroes | " " | 12 | 7 | 0,60 | 0 ,78 | | | | | 68 | 55 | 0,82 | 0 [illegible] |
| Argopoero | VI " | 25 | 79 | 3,18 | 1 ,78 | | | | | 115 | 80 | 0,70 | 0 [illegible] |
| Sahari | VIII-IX " | 18 | 30 | 1,69 | 1 ,30 | | | | | 105 | 87 | 0,84 | 0 [illegible] |
| Tandjong Pakem. | X-XI " | 10 | 59 | 5,87 | 2 ,42 | 6 | 15 | 2,56 | 1 ,60 | 54 | 48 | 0,90 | 0 [illegible] |
| Bèsèr | IV 1872 | 32 | 53 | 1,67 | 1, 29 | | | | | 136 | 107 | 0,79 | 0 [illegible] |
| Bèsèh | IV-VI " | 26 | 41 | 1,56 | 1 ,25 | | | | | 170 | 116 | 0,68 | 0 [illegible] |
| Kemirisongo | V " | 15 | 27 | 1,71 | 1 ,31 | | | | | 54 | 38 | 0,71 | 0 [illegible] |
| Rika | VI " | 6 | 9 | 1,47 | 1 ,21 | | | | | 36 | 15 | 0,42 | 0 [illegible] |
| Majang | VII " | 13 | 48 | 3,67 | 1 ,92 | 21 | 99 | 4,69 | 2 ,17 | 97 | 86 | 0,89 | 0 [illegible] |
| Kemirisongo | " " | 15 | 18 | 1,21 | 1 ,10 | | | | | 77 | 70 | 0,90 | 0 [illegible] |
| Lemboe | VIII-IX " | 30 | 71 | 2,38 | 1 ,54 | | | | | 150 | 121 | 0,80 | 0 [illegible] |
| Degong | X " | 9 | 59 | 6,56 | 2 ,56 | | | | | 55 | 40 | 0,74 | 0 [illegible] |
| Argopoero | V-VII 1873 | 35 | 76 | 2,18 | 1 ,48 | | | | | 149 | 49 | 0,33 | 0 [illegible] |
| Soeket | VI-VII " | 18 | 27 | 1,52 | 1 ,23 | 59 | 144 | 2,61 | 1 ,62 | 144 | 107 | 0,74 | [illegible] |
| Ikan | X " | 24 | 64 | 2,67 | 1 ,64 | | | | | 155 | 150 | 0,97 | [illegible] |
| Majang | XII " | | | | | 7 | 17 | 2,41 | 1 ,55 | 26 | 5 | 0,10 | 0 [illegible] |
| | | 316 | 754 | 2,32 | ±1",52 | 113 | 330 | 2,91 | ±1",71 | 1754 | 1321 | 0,76 | ±[illegible] |

| | | Theiler. | Quadratsumme. | $m_2^2$ | $m_2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Soeket getrennt | Aus dreifachen Einstellungen des Fernrohrs: | 54 | 78 | 1,45 | ±[illegible] |
| | Aus zweifachen " " ": | 100 | 28 | 0,31 | [illegible] |

| …s Vergleichung | | | | Mittlerer Fehler einer Ablesung eines Mikroskops, | | | | | | | | Weise der Ablesung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| …p. Obj. links mit Obj. links. | | | | einer einzigen Ablesung, rein, aus den Unterschieden der doppelten Ablesungen desselben Theilstrichs. | | | | einer mitt. Ables., gemischt mit dem Einfl. der veränderl. Excentricität, aus den Unterschieden der mitt. Ables$^n$. der beiden Mikroskope. | | | | |
| Auf Signale. | | | | | | | | | | | | |
| …eiler. | Quadrat-summe. | $m_2{}^2$ | $m_2$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_3{}^2$ | $m_3$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_4{}^2$ | $m_4$ | |
| L. Baron van Isselmuden. | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 776 | 61 | 0,08 | ± 0",28 | 58 | 129 | 2,22 | ±1",49 | 2 |
| 24 | 29 | 1,21 | ± 1",10 | | | | | 68 | 11 | 0,16 | 0 ,40 | 3 |
| 45 | 31 | 0,69 | 0 ,83 | (*) | | | | 90 | 24 | 0,26 | 0 ,51 | " |
| | | | | | | | | 68 | 9 | 0,135 | 0 ,37 | " |
| | | | | 800 | 41 | 0,05 | 0 ,23 | 115 | 21 | 0,18 | 0 ,43 | 4 |
| | | | | 868 | 39 | 0,044 | 0 ,21 | 105 | 14 | 0,14 | 0 ,37 | " |
| 62 | 47 | 0,76 | 0 ,87 | 912 | 33 | 0,036 | 0 ,19 | 116 | 14 | 0,12 | 0 ,35 | " |
| | | | | 808 | 29 | 0,036 | 0 ,19 | 136 | 14 | 0,11 | 0 ,33 | " |
| | | | | 856 | 25 | 0,03 | 0 ,17 | 170 | 21 | 0,12 | 0 ,35 | " |
| | | | | 802 | 24 | 0,03 | 0 ,17 | 54 | 9 | 0,16 | 0 ,40 | " |
| 6 | 9 | 1,50 | 1 ,22 | 576 | 16 | 0,028 | 0 ,17 | 42 | 5 | 0,11 | 0 ,33 | " |
| 5 | 39 | 1,57 | 1 ,25 | 858 | 18 | 0,02 | 0 ,14 | 122 | 20 | 0,16 | 0 ,40 | " |
| | | | | 809 | 21 | 0,027 | 0 ,16 | 77 | 16 | 0,21 | 0 ,46 | " |
| | | | | 862 | 21 | 0,024 | 0 ,16 | 150 | 18 | 0,12 | 0 ,35 | " |
| | | | | 808 | 16 | 0,02 | 0 ,14 | 55 | 5 | 0,10 | 0 ,31 | " |
| | | | | 852 | 20 | 0,024 | 0 ,16 | 149 | 16 | 0,11 | 0 ,33 | " |
| | 71 | 0,45 | 0 ,67 | 840 | 20 | 0,024 | 0 ,16 | 302 | 30 | 0,10 | 0 ,31 | " |
| | | | | 804 | 19 | 0,024 | 0 ,15 | 155 | 40 | 0,25 | 0 ,50 | " |
| | 9 | 0,54 | 0 ,73 | 544 | 15 | 0,028 | 0 ,17 | 42 | 3 | 0,07 | 0 ,27 | " |
| | 255 | 0,70 | ± 0",84 | 12746 | 418 | 0,033 | ± 0",18 | 2012 | 280 | 0,14 | ±0",38 | |

(*) Zu Kalissin, Baloeran und Loeroes sind wahrscheinlich zwei Striche je einmal abgelesen, so dass $m_3$ hier nicht bestimmt werden konnte.

| Standpunkte. | Monat und Jahr. | Mittlerer Fehler einer Einstellung des Fernrohrs und Ablesung des Kreises aus ... | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | von Objectiv rechts mit Objectiv links. | | | | | | | | von Obj. rechts mit Obj. ... | | |
| | | Auf Heliotrope. | | | | Auf Signale. | | | | Auf Heliotrope. | | |
| | | Theiler. | Quadratsumme. | $w_1^2$ | $w_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $w_1^2$ | $w_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $w_1^2$ |
| | | | | | | | | | | Beobachter C. | | |
| Sanggrah........ | II 1875 | 26 | 37 | 1,45 | ±1",20 | | | | | 85 | 111 | 1,30 |
| Gading.......... | III « | 18 | 16 | 0,87 | 0 ,93 | | | | | 64 | 52 | 0,81 |
| | | 44 | 53 | 1,20 | ±1",10 | | | | | 149 | 163 | 1,09 |
| | | | | | | | | | | Beobachter [illegible] | | |
| Penoenggalan ... | III 1876 | 48 | 64 | 1,33 | ±1",15 | | | | | 139 | 64 | 0,46 |
| Logantong....... | « « | 33 | 47 | 1,44 | 1 ,20 | | | | | 80 | 45 | 0,55 |
| Kaligong .... | III-IV « | 24 | 18 | 0,75 | 0 ,87 | | | | | 65 | 45 | 0,67 |
| Bandong ...... | IV « | 24 | 19 | 0,79 | 0 ,89 | | | | | 72 | 34 | 0,47 |
| Weroe........ | « « | 29 | 36 | 1,23 | 1 ,11 | | | | | 68 | 17 | 0,25 |
| Segorogoenong.... | « « | 29 | 58 | 1,99 | 1 ,41 | | | | | 94 | 104 | 1,10 |
| Basé......... | VI « | 52 | 76 | 1,46 | 1 ,21 | | | | | 126 | 75 | 0,59 |
| Sanggrah. ... | III 1877 | 6 | 17 | 2,87 | 1 ,69 | | | | | 27 | 20 | 0,74 |
| Gading........ | « « | 6 | 11 | 1,76 | 1 ,33 | | | | | 26 | 16 | 0,62 |
| Banjoepahit ..... | « « | 52 | 57 | 1,16 | 1 ,08 | | | | | 78 | 49 | 0,62 |
| Salam ....... | IV « | 54 | 76 | 1,41 | 1 ,19 | | | | | 170 | 68 | 0,40 |
| Boetak (Rembang) | V « | 24 | 35 | 1,45 | 1 ,20 | | | | | 74 | 29 | 0,39 |
| Tangsil ....... | V 1878 | 18 | 14 | 0,78 | 0 ,87 | | | | | 50 | 6 | 0,12 |
| Djoerangsapi .. | V-VI « | 36 | 15 | 0,42 | 0 ,65 | | | | | 78 | 19 | 0,25 |
| Petjaloengan . | VI « | 31 | 58 | 1,86 | 1 ,36 | | | | | 89 | 35 | 0,37 |
| Poetri ....... | « « | 28 | 20 | 0,70 | 0 ,84 | | | | | 86 | 20 | 0,23 |
| Bésér......... | « « | 25 | 25 | 1,01 | 1 ,01 | | | | | 80 | 28 | 0,35 |
| Tanah woelan .. | VI-VII « | 27 | 15 | 0,56 | 0 ,75 | | | | | 95 | 29 | 0,31 |
| Soeket ....... | VII « | 26 | 22 | 0,84 | 0 ,92 | | | | | 62 | 4 | 0,06 |
| Tangsil ...... | « « | 19 | 24 | 1,26 | 1 ,12 | | | | | 54 | 21 | 0,38 |
| Gilian, Lagoendi, Boeroean ...... | VIII-IX « | 34 | 25 | 0,74 | 0 ,86 | | | | | 119 | 24 | 0,20 |
| Tandjong Pakem (neu), Sabari, Ikan | IX « | 11 | 6 | 0,51 | 0 ,71 | | | | | 40 | 7 | 0,17 |
| | | 607 | 714 | 1,17 | ±1",08 | | | | | 1770 | 765 | 0,43 |

Aus dreifachen Einstellungen des Fernrohrs.

| Standpunkte. | Theiler. | Quadratsumme. | $w_1^2$ |
|---|---|---|---|
| Penoenggalan ... | 18 | 28 | 1,56 |
| Kaligong. ... | 20 | 25 | 1,26 |
| Bandong ....... | 19 | 21 | 1,10 |
| Segorogoenong... | 12 | 46 | 3,84 |
| Basé ......... | 10 | 13 | 1,28 |
| Salam ...... | 42 | 27 | 0,65 |
| Petjaloengan .... | 28 | 25 | 0,81 |
| Poetri.. ...... | 36 | 16 | 0,45 |
| Bésér. ....... | 58 | 24 | 0,64 |
| Tanahwoelan .. | 46 | 25 | 0,51 |
| | 269 | 248 | 0,92 |

**:BROCHENES FERNROHR.**

| s Vergleichung | | | | Mittlerer Fehler einer Ablesung eines Mikroskops, | | | | | | | | Weise der Ablesung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| p. Obj. links mit Obj. links. | | | | einer einzigen Ablesung, rein, aus den Unterschieden der doppelten Ablesungen desselben Theilstrichs. | | | | einer mitt. Ables., gemischt mit dem Einfl. der veränderl. Excentricität, aus den Unterschieden der mitt. Ables^n. der beiden Mikroskope. | | | | |
| Auf Signale. | | | | | | | | | | | | |
| ·iler. | Quadrat-summe. | $m_2{}^2$ | $m_2$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_3{}^2$ | $m_3$ | Theiler. | Qua-drat-summe. | $m_4{}^2$ | $m_4$ | |
| Woldringh. | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 856 | 159 | 0,185 | ± 0″,45 | 85 | 25 | 0,29 | ± 0″,54 | 4 |
| | | | | 872 | 158 | 0,182 | 0 ,45 | 64 | 16 | 0,25 | 0 ,50 | « |
| | | | | 1728 | 317 | 0,183 | ± 0″,45 | 149 | 41 | 0,27 | ± 0″,52 | |
| Th. Soeters. | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 808 | 30 | 0,037 | ± 0″,19 | 139 | 41 | 0,29 | ± 0″,54 | 4 |
| | | | | 974 | 24 | 0,025 | 0 ,16 | 80 | 15 | 0,19 | 0 ,44 | « |
| | | | | 808 | 15 | 0,019 | 0 ,14 | 65 | 18 | 0,27 | 0 ,52 | « |
| | | | | 834 | 13 | 0,015 | 0 ,12 | 72 | 16 | 0,23 | 0 ,48 | « |
| | | | | 838 | 13 | 0,016 | 0 ,13 | 68 | 11 | 0,17 | 0 ,41 | « |
| | | | | 552 | 9 | 0,012 | 0 ,11 | 94 | 23 | 0,24 | 0 ,49 | « |
| | | | | 678 | 18 | 0,026 | 0 ,16 | 126 | 19 | 0,15 | 0 ,39 | « |
| | | | | 386 | 11 | 0,027 | 0 ,17 | 27 | 9 | 0,32 | 0 ,57 | « |
| | | | | 400 | 9 | 0,022 | 0 ,15 | 26 | 9 | 0,34 | 0 ,58 | « |
| | | | | 880 | 20 | 0,022 | 0 ,15 | 78 | 10 | 0,13 | 0 ,37 | « |
| | | | | 1666 | 24 | 0,014 | 0 ,12 | 170 | 22 | 0,13 | 0 ,36 | « |
| | | | | 864 | 10 | 0,011 | 0 ,11 | 74 | 11 | 0,14 | 0 ,38 | « |
| | | | | 804 | 14 | 0,018 | 0 ,13 | 50 | 5 | 0,11 | 0 ,33 | « |
| | | | | 832 | 17 | 0,020 | 0 ,14 | 78 | 19 | 0,24 | 0 ,49 | « |
| | | | | 840 | 10 | 0,012 | 0 ,11 | 89 | 14 | 0,16 | 0 ,40 | « |
| | | | | 810 | 11 | 0,013 | 0 ,12 | 86 | 23 | 0,26 | 0 ,51 | « |
| | | | | 800 | 12 | 0,014 | 0 ,12 | 80 | 10 | 0,13 | 0 ,36 | « |
| | | | | 1040 | 14 | 0,014 | 0 ,12 | 95 | 35 | 0,36 | 0 ,60 | « |
| | | | | 840 | 7 | 0,008 | 0 ,09 | 62 | 4 | 0,07 | 0 ,26 | « |
| | | | | 884 | 9 | 0,010 | 0 ,10 | 54 | 5 | 0,09 | 0 ,30 | « |
| | | | | 1392 | 16 | 0,011 | 0 ,11 | 119 | 14 | 0,12 | 0 ,35 | « |
| | | | | 448 | 5 | 0,011 | 0 ,10 | 40 | 5 | 0,12 | 0 ,34 | « |
| | | | | 18378 | 311 | 0,017 | ± 0″,13 | 1770 | 336 | 0,19 | ± 0″,44 | |
| mnt: | | | | | | | | | | | | |
| | Aus zweifachen Einstellungen des Fernrohrs. | | | | | | | | | | | |
| 1 | 36 | 0,30 | ± 0″,55 | | | | | | | | | |
| 5 | 18 | 0,40 | 0 ,63 | | | | | | | | | |
| 5 | 13 | 0,25 | 0 ,50 | | | | | | | | | |
| 2 | 58 | 0,70 | 0 ,84 | | | | | | | | | |
| 3 | 62 | 0,53 | 0 ,73 | | | | | | | | | |
| 3 | 41 | 0,32 | 0 ,56 | | | | | | | | | |
| 1 | 10 | 0,16 | 0 ,40 | | | | | | | | | |
| ) | 4 | 0,08 | 0 ,28 | | | | | | | | | |
| 2 | 4 | 0,08 | 0 ,29 | | | | | | | | | |
| 7 | 4 | 0,09 | 0 ,30 | | | | | | | | | |
| | 250 | 0,33 | ± 0 ,57 | | | | | | | | | |

| Standpunkte. | Monat und Jahr. | Mittlerer Fehler einer Einstellung des Fernrohrs und Ablesung des Kreis... | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | von Fernrohr rechts mit Fernrohr links. | | | | | | | | von F. rechts mit F. rechts ... | | |
| | | Auf Heliotrope. | | | | Auf Signale. | | | | Auf Heliotrope. | | |
| | | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_2^2$ |
| | | | | | | | | | | Beobacht... | | |
| Toengangan | IV 1868 | 5 | 14 | 2,77 | ± 1",66 | 22 | 75 | 3,39 | ± 1",84 | 50 | 37 | 1,24 |
| Watoetjeleng | IV-VI " | | | | | | | | | | | |
| " | " " | | | | | 13 | 106 | 8,15 | 2 ,85 | | | |
| Petoekangan | VI " | 8 | 57 | 4,68 | 2 ,16 | | | | | 39 | 32 | 1,32 |
| Patjakaran | VII " | | | | | 8 | 8 | 1,05 | 1 ,01 | 19 | 70 | 3,69 |
| Dradjat | " " | | | | | 11 [2] | 80 | 7,27 | 2 ,70 | | | |
| " | " " | | | | | 4 [3] | 27 | 6,85 | 2 ,62 | 15 | 16 | 1,04 |
| Banjoelegi | " " | 5 | 5 | 1,77 | 1 ,33 | 19 | 111 | 5,82 | 2 ,41 | 39 | 105 | 2,65 |
| Penanggoengan | VIII " | 10 | 35 | 3,52 | 1 ,88 | 10 | 30 | 3,00 | 1 ,73 | | | |
| Pasoeroean | XI " | | | | | 13 | 24 | 1,82 | 1 ,35 | | | |
| Petoekangan | I-IV 1869 | | | | | | | | | 35 | 19 | 0,55 |
| Banjoelegi | IV " | 9 | 11 | 1,21 | 1 ,10 | | | | | 20 | 7 | 0,58 |
| Djoemiang | " " | 6 | 12 | 2,04 | 1 ,43 | 4 | 6 | 1,57 | 1 ,25 | 36 | 35 | 0,96 |
| Madoe | " " | 8 | 9 | 1,15 | 1 ,07 | 3 | 6 | 2,02 | 1 ,42 | 38 | 25 | 0,67 |
| Rantja | V " | 8 | 24 | 2,96 | 1 ,72 | 7 | 11 | 1,55 | 1 ,24 | 57 | 79 | 1,58 |
| Selérel | " " | 10 | 31 | 3,14 | 1 ,77 | 11 | 34 | 3,07 | 1 ,75 | 85 | 54 | 0,64 |
| Bangsri | V-VI " | 18 | 32 | 1,79 | 1 ,34 | | | | | 85 | 95 | 1,15 |
| Tamboeko | VI " | 15 | 28 | 1,88 | 1 ,37 | 3 | 7 | 2,31 | 1 ,52 | 32 | 50 | 0,94 |
| Lagoendi | VI-VII " | 8 | 19 | 2,42 | 1 ,56 | 2 | 8 | 3,88 | 1 ,97 | 30 | 21 | 0,69 |
| Boeroean | VII " | 5 | 3 | 0,66 | 0 ,81 | | | | | 27 | 50 | 1,85 |
| Penanggoengan | XII " | 4 | 8 | 1,89 | 1 ,38 | | | | | 32 | 51 | 1,60 |
| Patjakaran | III 1870 | 5 | 25 | 4,98 | 2 ,23 | | | | | 110 | 116 | 1,05 |
| Toenggangan | III-V " | 24 | 20 | 0,82 | 0 ,91 | | | | | 48 | 53 | 1,11 |
| Genoek | ? " | 12 | 30 | 2,48 | 1 ,58 | | | | | 199 | 161 | 0,81 |
| Gading | IX-X " | 44 | 41 | 0,95 | 0 ,97 | | | | | 45 | 47 | 1,05 |
| Segorogoenoeng | X " | 12 | 20 | 1,67 | 1 ,29 | | | | | 86 | 78 | 0,91 |
| Salam | III 1871 | 20 | 37 | 1,86 | 1 ,37 | | | | | 77 | 72 | 0,94 |
| Gading | III-IV " | 17 | 21 | 1,26 | 1 ,12 | | | | | 45 | 37 | 0,86 |
| Segorogoenoeng | IV " | 12 | 11 | 0,93 | 0 ,96 | | | | | 128 | 218 | 1,70 |
| Morodemak | V-VI " | 24 | 61 | 2,54 | 1 ,59 | | | | | 78 | 70 | 0,90 |
| Banjoepalut | | 25 | 32 | 1,30 | ± 1",14 | | | | | | | |
| | | 312 | 566 | 1,82 | ± 1",35 | 125 | 333 | 4,32 | ± 2",08 | 1429 | 1598 | 1,12 |

[1] Einstellung auf eine Pyramide. [2] Resultat wenn die Beobachtungen auf die Pyramide von Banjoelegi beigezählt werden. [3] Signal und Py...

[4] 7—16 Juni 1871.

| …s Vergleichung | | | | Mittlerer Fehler einer Ablesung eines Mikroskops, | | | | | | | | Weise der Ablesung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| …p. F. links mit F. links. | | | | einer einzigen Ablesung, rein, aus den Unterschieden der doppelten Ablesungen desselben Theilstrichs. | | | | einer mitt. Ables., gemischt mit dem Einfl. der veränderl. Excentricität, aus den Unterschieden der mitt. Ables*., der beiden Mikroskope. | | | | |
| Auf Signale. | | | | | | | | | | | | |
| …iler. | Quadrat-summe. | $m_2^2$ | $m_2$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_3^2$ | $m_3$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_4^2$ | $m_4$ | |
| …. H. A. FLORY. | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 284 | 9 | 0,03 | ± 0",18 | 30 | 8 | 0,28 | ± 0",53 | 4 |
| 05 | 185 | 1,76 | ± 1",33 | 1816 | 121 | 0,07 | 0 ,26 | 132 | 58 | 0,44 | 0 ,66 | 2 |
| 27[1] | 87 | 3,24 | 1 ,80 | | | | | | | | | |
| 51 | 68 | 1,34 | 1 ,16 | 562 | 31 | 0,05 | 0 ,23 | 51 | 32 | 0,62 | 0 ,79 | « |
| | | | | 268 | 17 | 0,06 | 0 ,25 | 39 | 57 | 1,46 | 1 ,21 | « |
| 22[3] | 95 | 4,25 | 2 ,06 | 432 | 26 | 0,06 | 0 ,24 | 41 | 164 | 4,00 | 2 ,00 | « |
| 24[4] | 157 | 6,55 | 2 ,56 | 440 | 26 | 0,06 | 0 ,24 | 39 | 47 | 1,20 | 1 ,10 | « |
| 30 | 58 | 1,94 | 1 ,39 | 804 | 48 | 0,06 | 0 ,24 | 39[5] | 228 | 5,84 | 2 ,42 | 4 |
| | | | | | | | | 30[6] | 11 | 0,38 | 0 ,62 | « |
| 56 | 132 | 2,36 | 1 ,54 | 386 | 25 | 0,06 | 0 ,25 | 56 | 371 | 6,62 | 2 ,57 | 2 |
| 50 | 71 | 1,42 | 1 ,19 | 460 | 40 | 0,09 | 0 ,29 | 50 | 55 | 1,10 | 1 ,05 | « |
| 12 | 30 | 2,51 | 1 ,58 | 460 | 34 | 0,07 | 0 ,27 | 47 | 9 | 0,18 | 0 ,43 | « |
| 18 | 35 | 1,96 | 1 ,40 | 646 | 57 | 0,09 | 0 ,30 | 38 | 24 | 0,62 | 0 ,79 | 4 |
| 19 | 17 | 0,88 | 0 ,94 | 554 | 39 | 0,07 | 0 ,27 | 55 | 23 | 0,42 | 0 ,65 | « |
| 15 | 18 | 1,22 | 1 ,10 | 460 | 41 | 0,09 | 0 ,30 | 55 | 4 | 0,08 | 0 ,28 | « |
| 70 | 100 | 1,45 | 1 ,20 | 1002 | 82 | 0,08 | 0 ,29 | 127 | 108 | 0,84 | 0 ,92 | « |
| | | | | 696 | 58 | 0,08 | 0 ,29 | 35[7] | 3 | 0,08 | 0 ,29 | « |
| | | | | | | | | 48[8] | 51 | 1,05 | 1 ,03 | « |
| 15 | 93 | 6,18 | 2 ,49 | 746 | 58 | 0,08 | 0 ,28 | 98 | 141 | 1,44 | 1 ,20 | « |
| 8 | 16 | 2,05 | ± 1 ,43 | 480 | 36 | 0,07 | 0 ,27 | 40 | 28 | 0,69 | 0 ,83 | « |
| | | | | 312 | 19 | 0,06 | 0 ,25 | 30 | 29 | 0,98 | 0 ,99 | « |
| | | | | 188 | 11 | 0,06 | 0 ,24 | 27 | 26 | 0,95 | 0 ,97 | « |
| | | | | 212 | 11 | 0,05 | 0 ,23 | 32 | 26 | 0,80 | 0 ,90 | « |
| | | | | 832 | 38 | 0,05 | 0 ,22 | 110 | 32 | 0,29 | 0 ,54 | « |
| | | | | 676 | 44 | 0,07 | 0 ,26 | 48 | 43 | 0,89 | 0 ,94 | « |
| | | | | 2818 | 125 | 0.044 | 0 ,21 | 199 | 40 | 0,20 | 0 ,45 | « |
| | | | | 656 | 39 | 0,06 | 0 ,24 | 43 | 7 | 0,16 | 0 ,40 | « |
| | | | | 1216 | 85 | 0,07 | 0 ,26 | 86 | 188 | 2.19 | 1 ,48 | « |
| | | | | 1048 | 64 | 0,06 | 0 ,25 | 77 | 6 | 0,08 | 0 ,28 | « |
| | | | | 640 | 42 | 0,065 | 0 ,25 | 43 | 38 | 0,88 | 0 ,94 | « |
| | | | | 1808 | 125 | 0,07 | 0 ,26 | 46[9] | 607 | 13,20 | 3 ,63 | « |
| | | | | | | | | 82[10] | 9 | 0,11 | 0 ,33 | « |
| | | | | 1256 | 85 | 0,07 | ± 0",26 | 78 | 32 | 0,42 | ± 0",65 | « |
| 2 | 1160 | 2,25 | ± 1",49 | 22178 | 1432 | 0,065 | ± 0",25 | 1951 | 2505 | 1,28 | ± 1",13 | |

…as Instrument auf einem hölzernen Dreifuss. [5] 9 bis 12 August 1868. [6] 13 und 14 August 1868. [7] Mai 1869. [8] Juni 1869. [9] 20—22 Mai 1871.

| Standpunkte. | Monat und Jahr. | Mittlerer Fehler einer Einstellung des Fernrohrs und Ablesung des Kreis | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | von Objectiv rechts mit Objectiv links. | | | | | | | | von Obj. rechts mit Obj. | | |
| | | Auf Heliotrope. | | | | Auf Signale. | | | | Auf Heliotrope. | | |
| | | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_1^2$ |
| | | | | | | | | | | | | Beobacht |
| Semarang | XI 1871 | 12 | 26 | 2,14 | ±1",46 | | | | | 72 | 116 | 1,61 |
| | II 1872 | | | | | | | | | 108 | 102 | 0,95 |
| Tembok | III-IV « | 18 | 44 | 2,32 | 1 ,52 | | | | | 191 | 191 | 1,00 |
| Oengaran | IV-V « | 36 | 114 | 3,16 | 1 ,78 | | | | | 112 | 99 | 0,88 |
| Nglanggran | VII-VIII « | 18 | 115 | 6,39 | 2 ,53 | | | | | 249 | 205 | 0,81 |
| Merbaboe | XI72-I 1873 | 51 | 104 | 2,02 | 1 ,42 | | | | | 175 | 165 | 0,94 |
| Nglanggran | II-IV « | 38 | 144 | 3,80 | 1 ,95 | | | | | 232 | 129 | 0,56 |
| Lawoe | IV-V « | 55 | 93 | 1,69 | 1 ,30 | | | | | 117 | 95 | 0,81 |
| Ratawoe | V « | 24 | 80 | 3,34 | 1 ,83 | | | | | 148 | 138 | 0,93 |
| Gambiranom | VI « | 26 | 89 | 3,43 | 1 ,85 | | | | | 108 | 88 | 0,81 |
| Genoek | VII « | 18 | 47 | 2,63 | 1 ,62 | | | | | 72 | 34 | 0,47 |
| Nglangrah | VIII « | 12 | 17 | 1,38 | 1 ,18 | | | | | 138 | 94 | 0,68 |
| Pandan | XI « | 30 | 42 | 1,39 | 1 ,18 | | | | | 73 | 59 | 0,81 |
| Semarang | I 1874 | 13 | 18 | 1,38 | 1 ,18 | | | | | 35 | 20 | 0,56 |
| Oengaran | II « | 7 | 15 | 2,21 | 1 ,49 | | | | | 120 | 80 | 0,66 |
| Nongko | II-III « | 29 | 71 | 2,44 | 1 ,56 | | | | | 84 | 83 | 0,99 |
| Boetak | III-IV « | 16 | 44 | 2,75 | 1 ,66 | 22 | 68 | 3,10 | ±1",76 | 137 | 114 | 0,83 |
| Wilis | IV-V « | 32 | 69 | 2,15 | 1 ,47 | | | | | 64 | 43 | 0,67 |
| Sengoengloeng | VI « | 13 | 43 | 2,84 | 1 ,68 | | | | | | | |
| | | 450 | 1175 | 2,61 | ±1",62 | 22 | 68 | 3,10 | ±1",76 | 2255 | 1855 | 0,85 |
| | | | | | | | | | | | | Beobacht |
| Gepak | XII 1875 / I 1876 | 31 | 13 | 0,42 | ±0",65 | | | | | 140 | 30 | 0,22 |
| | | | | | | | | | | | | Beobacht |
| Sengoengloeng | VI-X 1879 | 16 | 61 | 3,83 | ±1",96 | | | | | 88 | 45 | 0,52 |
| Gelang | XI-XII « | 12 | 39 | 3,25 | 1 ,80 | 18 | 55 | 3,05 | ±1",75 | 86 | 68 | 0,79 |
| Slamat (Pasoeroean) | I 1880 | 12 | 18 | 1,46 | 1 ,21 | 18 | 82 | 4,54 | 2 ,13 | 88 | 67 | 0,76 |
| | | 40 | 118 | 2,95 | ±1",72 | 36 | 137 | 3,79 | ±1",95 | 262 | 180 | 0,69 |

CENTRISCHES FERNROHR.

| Vergleichung | | | | Mittlerer Fehler einer Ablesung eines Mikroskops, | | | | | | | | Weise der Ablesung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Obj. links mit Obj. links. | | | | einer einzigen Ablesung, rein, aus den Unterschieden der doppelten Ablesungen desselben Theilstrichs. | | | | einer mitt. Ables., gemischt mit dem Einfl. der veränderl. Excentricität, aus den Unterschieden der mitt. Ables$^n$., der beiden Mikroskope. | | | | |
| Auf Signale. | | | | | | | | | | | | |
| …ler. | Quadrat-summe | $m_2{}^2$ | $m_2$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_3{}^2$ | $m_3$ | Theiler. | Qua-drat-summe | $m_4{}^2$ | $m_4$ | |
| T. Soeters. | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 990 | 52 | 0,052 | ±0",23 | 72 | 28 | 0,39 | ±0",62 | 4 |
| | | | | 848 | 53 | 0,06 | 0 ,25 | 108 | 40 | 0,37 | 0 ,61 | « |
| | | | | 812 | 45 | 0,05 | 0 ,23 | 191 | 112 | 0,59 | 0 ,77 | « |
| | | | | 812 | 44 | 0,05 | 0 ,23 | 112 | 28 | 0,25 | 0 ,50 | « |
| | | | | 4408 | 108 | 0,024 | 0 ,16 | 249 | 105 | 0,42 | 0 ,65 | « |
| | | | | 2588 | 41 | 0,017 | 0 ,13 | 175 | 139 | 0,80 | 0 ,89 | « |
| | | | | 3284 | 52 | 0,016 | 0 ,13 | 232 | 225 | 0,97 | 0 ,99 | « |
| | | | | 1408 | 20 | 0,014 | 0 ,12 | 117 | 20 | 0,17 | 0 ,41 | « |
| | | | | 848 | 17 | 0,02 | 0 ,14 | 148 | 20 | 0,14 | 0 ,37 | « |
| | | | | 520 | 7 | 0,014 | 0 ,12 | 108 | 10 | 0,09 | 0 ,30 | « |
| | | | | 872 | 16 | 0,018 | 0 ,13 | 72 | 9 | 0,13 | 0 ,36 | « |
| | | | | 780 | 20 | 0,025 | 0 ,16 | 158 | 45 | 0,31 | 0 ,56 | « |
| | | | | 946 | 19 | 0,02 | 0 ,14 | 73 | 206 | 2,83 | 1 ,68 | « |
| | | | | 528 | 9 | 0,018 | 0 ,13 | 35 | 39 | 1,10 | 1 ,05 | « |
| | | | | 1192 | 23 | 0,019 | 0 ,14 | 120 | 22 | 0,18 | 0 ,43 | « |
| 5 | 81 | 1,11 | ± 1",05 | 784 | 13 | 0,016 | 0 ,13 | 157 | 29 | 0,18 | 0 ,43 | « |
| | | | | 824 | 14 | 0,016 | 0 ,13 | 137 | 206 | 1,51 | 1 ,23 | « |
| | | | | 852 | 15 | 0,017 | 0 ,13 | 64 | 11 | 0,17 | 0 ,41 | « |
| | 81 | 1,11 | ± 1",05 | 23076 | 566 | 0,024 | ±0",15 | 2508 | 1292 | 0,56 | ±0",75 | |
| 3. Teunissen. | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 806 | 32 | 0,04 | ±0",20 | 140 | 4 | 0,03 | ±0",17 | 4 |
| Oudemans. | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 1172 | 90 | 0,08 | ±0",28 | 88 | 36 | 0,41 | ±0",64 | 4 |
| | 70 | 5,87 | 2 ,42 | 914 | 62 | 0,07 | 0 ,26 | 98 | 44 | 0,45 | 0 ,67 | « |
| | 26 | 2,15 | 1 ,47 | 964 | 49 | 0,05 | 0 ,23 | 100 | 37 | 0,36 | 0 ,60 | « |
| | 96 | 4,01 | 2",00 | 3050 | 201 | 0,066 | ±0",26 | 286 | 117 | 0,41 | ±0",64 | |

BEOBACHTER …

| Standpunkte. | Monat und Jahr. | Mittlerer Fehler einer Einstellung der Fernrohrs und Ablesung … | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | von Fernrohr rechts mit Fernrohr links. | | | | | | | | van F rechts mit F l… | | |
| | | Auf Heliotrope. | | | | Auf Signale. | | | | Auf Heliotrope | | |
| | | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ |
| Poetri | X 1867 | 36 | 39 | 1,09 | ± 1″,04 | | | | | 186 | 246 | 1,33 |
| Pangrango | XI ″ | 45 | 147 | 3,26 | 1,81 | | | | | 157 | 375 | 2,39 |
| Dago | III 1868 | 29 | 105 | 3,62 | 1,90 | | | | | 124 | 271 | 2,19 |
| Karang | ″ ″ | 33 | 115 | 3,49 | 1,87 | | | | | 127 | 287 | 2,31 |
| Tjiloemloem | IV ″ | 45 | 152 | 3,37 | 1,84 | | | | | 196 | 449 | 2,29 |
| Klamlong | ″ ″ | 28 | 118 | 4,21 | 2,05 | | | | | 106 | 217 | 2,06 |
| Tindjil | V ″ | 10 | 27 | 2,69 | 1,64 | | | | | 60 | 123 | 1,94 |
| Houdjej | ″ ″ | 12 | 10 | 0,79 | 0,89 | | | | | 54 | 65 | 1,20 |
| Batoehideung | ″ ″ | 12 | 31 | 2,60 | 1,61 | Einstellung auf Heliotrop Karang und Leuchtthurm Anjer | | | | 75 | 129 | 1,72 |
| Gedé | ″ ″ | 7 | 2 | 0,34 | 0,58 | | | | | 12 | 20 | 1,67 |
| Endoet | VI ″ | 37 | 108 | 2,92 | 1,71 | | | | | 182 | 475 | 2,61 |
| Sangaboewana II | IX ″ | 42 | 235 | 5,59 | 2,37 | | | | | 169 | 357 | 2,1 |
| Soerangga | X 68; IX 69 | 30 | 224 | 7,47 | 2,73 | | | | | 142 | 431 | 3,03 |
| Sangaboewana I | ″ 1868 | 19 | 81 | 4,13 | 2,10 | | | | | 95 | 160 | 1,68 |
| Boerangrang | XI ″ | 14 | 99 | 7,05 | 2,66 | | | | | 63 | 113 | 1,79 |
| Patoeha | ″ ″ | 54 | 401 | 7,43 | 2,73 | | | | | 221 | 555 | 2,64 |
| Naugka | III—IX 1869 | 13 | 77 | 5,14 | 2,27 | | | | | 73 | 147 | 2,01 |
| Pelat | III ″ | 35 | 71 | 2,02 | 1,42 | | | | | 124 | 181 | 1,66 |
| Tjiboeutoe | IV ″ | 28 | 167 | 5,96 | 2,44 | | | | | 123 | 191 | 1,55 |
| Tjikakap | ″ ″ | 13 | 32 | 2,47 | 1,57 | | | | | 62 | 111 | 1,16 |
| Bitoeng | V ″ | 24 | 38 | 1,57 | 1,25 | | | | | 70 | 136 | 1,94 |
| Telaga | ″ ″ | 45 | 160 | 3,56 | 1,89 | | | | | 158 | 255 | 1,79 |
| Boerangrang * | VI ″ | 15 | 40 | 2,65 | 1,63 | | | | | 46 | 65 | 1,41 |
| Tampomas II * | VII ″ | 65 | 402 | 6,15 | 2,48 | | | | | 168 | 593 | 3,53 |
| Kedaka * | IV 1870 | 19 | 85 | 4,46 | 2,11 | | | | | 94 | 214 | 2,28 |
| Losari * mit 24 Apr. 25 & 26 ″ | ″ ″ | 17 | 124 | 7,30 | 2,70 | | | | | 68 | 287 | 3,49 |
| Kromon * | V ″ | 26 | 261 | 10,03 | 3,17 | | | | | 118 | 240 | 2,04 |
| Cheribon II* | ″ ″ | 3 | 10 | 3,39 | 1,84 | | | | | 8 | 59 | 3,00 |
| Tjerimaj IV* | ″ ″ | 78 | 548 | 7,03 | 2,65 | | | | | 314 | 1665 | 5,30 |
| Sawal * | VI—VII ″ | 28 | 89 | 3,17 | 1,78 | | | | | 105 | 162 | 1,55 |
| Bongkok * | VIII ″ | 28 | 77 | 2,75 | 1,66 | | | | | 120 | 293 | 2,44 |
| Tjikoerai * | XI ″ | 91 | 446 | 4,90 | 2,21 | | | | | 281 | 964 | 3,41 |
| Bongkok * | XII ″ | 13 | 74 | 5,73 | 2,39 | | | | | 78 | 280 | 3,59 |
| Pogor III * | ″ ″ | 18 | 198 | 11,01 | 3,32 | | | | | 95 | 197 | 3,07 |
| Pogor II* | ″ ″ | 27 | 136 | 5,05 | 2,25 | | | | | 149 | 201 | 2,08 |
| Dago * | III 1871 | 17 | 44 | 2,59 | 1,61 | | | | | 130 | 201 | 1,39 |
| Soerangga * | XI ″ | 12 | 25 | 2,07 | 1,44 | | | | | 63 | 121 | 1,99 |
| Telaga * | III 1873 | 15 | 120 | 7,99 | 2,83 | | | | | 52 | 86 | 1,85 |
| Sangaboewana I* | VI ″ | 23 | 86 | 3,72 | 1,93 | | | | | 97 | 214 | 2,21 |
| Punkt I | 1874 | 34 | 197 | 5,80 | 2,41 | | | | | 127 | 385 | 2,24 |
| Punkt II | ″ | 18 | 48 | 2,68 | 1,54 | | | | | 68 | 79 | 1,34 |
| Punkt III der Basis von Simplak | VI — XII ″ | 12 | 44 | 3,70 | 1,92 | | | | | 48 | 79 | 1,85 |
| Punkt IV | ″ | 22 | 75 | 3,42 | 1,85 | | | | | 66 | 107 | 1,61 |
| Punkt V | ″ | 18 | 53 | 2,92 | 1,71 | | | | | 59 | 145 | 2,46 |
| Punkt VI | ″ | 12 | 90 | 7,54 | 2,75 | | | | | 50 | 94 | 1,8 |
| Punkt VII | ″ | 27 | 341 | 12,63 | 3,55 | | | | | 92 | 139 | 1,51 |
| Boebort Simplak | I. 1875 | 26 | 100 | 3,84 | 1,96 | | | | | 86 | 134 | 1,56 |
| | | | | | | | | | | 5153 | 12319 | 2,39 |
| Dieselbe Kreislage bei F. l. u. r. | | 782 | 3390 | 4,34 | ± 2″,08 | | | | | | | |
| Verschiedene ″ ″ ″ ″ ″ ″ | | 495 | 2765 | 5,58 | 2,36 | | | | | | | |

* An diesen Standpunkten wurde bei Fernrohr rechts und links mit verschiedenen Kreislagen eingestellt; es darf also erwartet werden, …

, EXCENTRISCHES FERNROHR.

| Vergleichung | | | | Mittlerer Fehler einer Ablesung eines Mikroskops, | | | | | | | | Weise der Ablesung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F. links mit F. links. | | | | einer einzigen Ablesung, rein, aus den Unterschieden der doppelten Ablesungen desselben Theilstrichs. | | | | einer mitt. Ables., gemischt mit dem Einfl. der veränderl. Excentricität, aus den Unterschieden der mittleren Ablesungen, der beiden Mikroskope. | | | | |
| Auf Signale. | | | | | | | | | | | | |
| iler. | Quadrat-summe. | $m_2^2$ | $m_2$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_3^2$ | $m_3$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_4^2$ | $m_4$ | |

TZGER.

| iler. | Quadrat-summe. | $m_2^2$ | $m_2$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_3^2$ | $m_3$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_4^2$ | $m_4$ | Weise der Ablesung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 780 | 137 | 0,16 | ± 0",41 | 126 | 307 | 1,65 | ± 1",28 | 4 |
| | | | | 820 | 201 | 0,24 | 0 ,49 | 157 | 101 | 0,64 | 0 ,80 | 〃 |
| | | | | 792 | 160 | 0,21 | 0 ,46 | 184 | 61 | 0,49 | 0 ,70 | 〃 |
| | | | | 784 | 154 | 0,19 | 0 ,44 | 127 | 150 | 1,02 | 1 ,01 | 〃 |
| | | | | 832 | 124 | 0,15 | 0 ,39 | 196 | 579 | 2,95 | 1 ,72 | 〃 |
| | | | | 804 | 97 | 0,12 | 0 ,35 | 106 | 241 | 2,27 | 1 ,51 | 〃 |
| | | | | 792 | 106 | 0 13 | 0 ,36 | 60 | 19 | 0,31 | 0 ,56 | 〃 |
| | | | | 700 | 119 | 0,17 | 0 ,41 | 61 | 10 | 0,15 | 0 ,43 | 〃 |
| | | | | 784 | 135 | 0,17 | 0 ,41 | 75 | 32 | 0,43 | 0 ,66 | 〃 |
| 16 | 138 | 5,29 | ± 2",30 | 332 | 80 | 0,15 | 0 ,39 | 38 | 74 | 1,95 | 1 ,40 | 〃 |
| | | | | 846 | 85 | 0 10 | 0 ,33 | 182 | 63 | 0,34 | 0 ,59 | 〃 |
| instellung auf den Leuchtthurm zu Anjer.) | | | | 800 | 96 | 0,12 | 0 ,35 | 169 | 45 | 0,27 | 0 ,52 | 〃 |
| | | | | 504 | 57 | 0,11 | 0 ,34 | 142 | 59 | 0,42 | 0 ,65 | 〃 |
| | | | | 840 | 115 | 0,14 | 0 ,37 | 95 | 18 | 0,19 | 0 ,44 | 〃 |
| | | | | 612 | 72 | 0,12 | 0 ,31 | 68 | 13 | 0,20 | 0 ,45 | 〃 |
| | | | | 752 | 113 | 0,15 | 0 ,39 | 221 | 148 | 0,67 | 0 ,82 | 〃 |
| | | | | 1070 | 130 | 0,12 | 0 ,35 | 73 | 276 | 3,79 | 1 ,95 | 〃 |
| | | | | 768 | 78 | 0,10 | 0 ,32 | 124 | 423 | 3,43 | 1 ,85 | 〃 |
| | | | | 796 | 53 | 0,07 | 0 ,26 | 123 | 567 | 4,60 | 2 ,15 | 〃 |
| | | | | 760 | 68 | 0,09 | 0 ,28 | 62 | 703 | 11.34 | 3 ,37 | 〃 |
| | | | | 776 | 44 | 0,06 | 0 ,24 | 70 | 490 | 7,00 | 2 ,65 | 〃 |
| | | | | 840 | 65 | 0,08 | 0 ,28 | 138 | 525 | 3,34 | 1 ,83 | 〃 |
| | | | | 662 | 71 | 0,11 | 0 ,33 | 46 | 390 | 8,49 | 2 ,91 | 〃 |
| | | | | 784 | 78 | 0 10 | 0 ,32 | 168 | 1500 | 8,93 | 2 ,99 | 〃 |
| | | | | 828 | 170 | 0,20 | 0 ,35 | 94 | 3034 | 32,27 | 5 ,68 | 〃 |
| | | | | 756 | 227 | 0,30 | 0 ,55 | 68 { 116<br>52 | { 744<br>29 | { 46,51<br>0,55 | { 6 ,82<br>0 ,75 | 〃<br>〃 |
| | | | | 788 | 118 | 0,15 | 0 ,39 | 118 | 101 | 0,85 | 0 ,93 | 〃 |
| | | | | 136 | 13 | 0,10 | 0 ,31 | 8 | 15 | 1,85 | 1 ,36 | 〃 |
| | | | | 702 | 97 | 0,12 | 0 ,35 | 314 | 2670 | 8,50 | 2 ,92 | 〃 |
| | | | | 808 | 152 | 0,19 | 0 ,43 | 105 | 735 | 7,00 | 2 ,65 | 〃 |
| | | | | 804 | 178 | 0,22 | 0 ,47 | 120 | 102 | 0,85 | 0 ,92 | 〃 |
| | | | | 840 | 141 | 0,17 | 0 ,41 | 281 | 3416 | 12,16 | 3 ,49 | 〃 |
| | | | | 888 | 172 | 0 19 | 0 ,44 | 78 | 310 | 3,97 | 1 ,99 | 〃 |
| | | | | 780 | 129 | 0,17 | 0 ,41 | 93 | 98 | 1,08 | 1 ,04 | 〃 |
| | | | | 832 | 156 | 0,19 | 0 ,43 | 149 | 383 | 2,57 | 1 ,60 | 〃 |
| | | | | 800 | 161 | 0,20 | 0 ,45 | 130 | 174 | 1,34 | 1 ,16 | 〃 |
| | | | | 296 | 33 | 0,11 | 0 ,33 | 63 | 15 | 0,24 | 0 ,49 | 〃 |
| | | | | 712 | 150 | 0,21 | 0 ,46 | 52 | 1917 | 36,86 | 6 ,07 | 〃 |
| | | | | 808 | 126 | 0,16 | 0 ,40 | 97 | 1134 | 11,69 | 3 ,42 | 〃 |
| | | | | 808 | 96 | 0,12 | 0 ,35 | 127 | 1032 | 8,13 | 2 ,85 | 〃 |
| | | | | 792 | 109 | 0,14 | 0 ,37 | 60 | 33 | 0,55 | 0 ,74 | 〃 |
| | | | | 672 | 77 | 0,11 | 0 ,34 | 48 | 340 | 7,09 | 2 ,66 | 〃 |
| | | | | 840 | 77 | 0,09 | 0 ,30 | 66 | 279 | 4,23 | 2 ,06 | 〃 |
| | | | | 856 | 83 | 0,10 | 0 ,31 | 39 | 657 | 11,14 | 3 ,34 | 〃 |
| | | | | 568 | 56 | 0,10 | 0 ,31 | 50 | 21 | 0,42 | 0 ,65 | 〃 |
| | | | | 816 | 77 | 0,09 | 0 ,31 | 92 | 551 | 5,99 | 2 ,45 | 〃 |
| | | | | 864 | 72 | 0,08 | 0 ,29 | 86 | 608 | 7,07 | 2 ,66 | 〃 |
| | 138 | 5,29 | ± 2",30 | 35484 | 5103 | 0,144 | ± 0",38 | 5179 | 2577 | 4,86 | ± 2",20 | |

heilungsfehler vergrössert worden ist.

| Standpunkte. | Monat und Jahr. | Mitt. Fehler einer Einstellung des Fernrohrs und Ablesung des Kreises, | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | von Objectiv rechts mit Objectiv links. | | | | | | | | von Obj. rechts mit Obj. links | | | |
| | | Auf Heliotrope. | | | | Auf Signale. | | | | Auf Heliotrope. | | | |
| | | Thei-ler. | Qua-drat-summe. | $m_1^2$ | $m_1$ | Thei-ler. | Quadrat-summe. | $m_1^2$ | $m_1$ | Thei-ler. | Quadrat-summe. | $m_1^2$ | $m_1$ |
| Punkt II } Basis | III 1876 | 18 | 30 | 1,67 | ± 1",29 | | | | | 66 | 58 | 88 ± | [illegible] |
| Punkt III } von | VI « | 6 | 16 | 2,61 | 1 ,62 | | | | | 52 | 131 | 2,52 | [illegible] |
| Punkt IV } Sim- | VI-VIII « | 48 | 89 | 1,85 | 1 ,36 | | | | | 202 | 237 | 1,17 | [illegible] |
| Punkt I } plak. | VI-XII « | 22 | 14 | 0,61 | 0 ,78 | | | | | 133 | 147 | 1,11 | [illegible] |
| Tjitjadas. . . . . . | VI « | 24 | 49 | 2,06 | 1 ,44 | | | | | 92 | 110 | 1,20 | [illegible] |
| Boeboet Simplak . | VII-VIII « | 39 | 60 | 1,55 | 1 ,24 | | | | | 140 | 212 | 1,51 | [illegible] |
| Poetri. . . . . . . . . | XI « | 24 | 12 | 0,49 | 0 ,70 | | | | | 76 | 71 | 0,94 | [illegible] |
| Mentjeré . . . . | XII « | 36 | 19 | 0,52 | 0 ,72 | | | | | 121 | 86 | 0,71 | [illegible] |
| Hambalang . . . . . | II 1877 | 8 | 19 | 2,32 | 1 ,52 | | | | | 21 | 21 | 0,99 | [illegible] |
| | | 225 | 308 | 1,36 | ± 1",16 | | | | | 905 | 1075 | 1,19 ± | [illegible] |
| Menjan (*). . . . . . | III 1876 | 10 | 48 | 4,77 | ± 2 ,18 | | | | | 219 | 333 | 1,51 ± | [illegible] |
| Anjer. . . . . . . . . | VIII 1880 | 6 | 30 | 4,99 | 2 ,23 | | | | | 36 | 28 | 0,79 | [illegible] |
| Poelo Sangean . . | IX-X « | 12 | 26 | 2,14 | 1 ,46 | 6 | 20 | 3,27 | ± 1",81 | 72 | 57 | 0,79 | [illegible] |
| Gedé . . . . . . . . . | X-XI « | 25 | 68 | 2,73 | 1 ,65 | | | | | 150 | 121 | 0,80 | [illegible] |
| Karang . . . . . . . | XI « | 6 | 21 | 3,38 | 1 ,84 | | | | | 36 | 26 | 0,71 | [illegible] |
| | | 49 | 145 | 2,97 | ± 1",72 | 6 | 20 | 3,27 | ± 1",81 | 515 | 565 | 1,10 ± | [illegible] |

(*) Zwischen Fernrohr rechts und links wurde der Kreis jedesmal um 18° gedreht.

› z., EXCENTRISCHES FERNROHR.

| Vergleichung ›. Obj. links mit Obj. links. Auf Signale. | | | | Mitt. Fehler einer Ablesung eines Mikroskops, einer einzigen Ablesung, rein, aus den Unterschieden der doppelten Ablesungen desselben Theilstrichs. | | | | einer mitt. Ables., gemischt mit dem Einfl. der veränderl. Excentricität, aus den Unterschieden der mitt. Ablesⁿ. der beiden Mikroskope. | | | | Weise der Ablesung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| iler. | Quadrat-summe. | $m_2^2$ | $m_2$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_3^2$ | $m_3$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_4^2$ | $m_4$ | |
| Woldringh. | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 920 | 152 | 0,17 | ±0",41 | 66 | 12 | 0,18 | ± 0",45 | 4 |
| | | | | 504 | 154 | 0,27 | 0 ,52 | 52 | 12 | 0,22 | 0 ,47 | « |
| | | | | 816 | 176 | 0,22 | 0 ,47 | 202 | 54 | 0,17 | 0 ,41 | « |
| | | | | 860 | 162 | 0,19 | 0 ,43 | 135 | 28 | 0,21 | 0 ,46 | « |
| | | | | 896 | 174 | 0,19 | 0 ,44 | 92 | 42 | 0,46 | 0 ,68 | « |
| | | | | 992 | 206 | 0,21 | 0 ,46 | 140 | 80 | 0,57 | 0 ,76 | « |
| | | | | 726 | 144 | 0,20 | 0, 45 | 76 | 221 | 2,90 | 1 ,70 | « |
| | | | | 888 | 160 | 0,18 | 0 ,43 | 121 | 10 | 0,08 | 0 ,29 | « |
| | | | | 336 | 78 | 0,23 | 0 ,48 | 21 | 2 | 0,08 | 0 ,28 | « |
| | | | | 6958 | 1586 | 0,20 | ±0",45 | 905 | 441 | 0,49 | ± 0",70 | |
| Oudemans. | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 822 | 192 | 0,23 | ±0",48 | 219 | 426 | 1,94 | ± 1",39 | 4 |
| | | | | 808 | 61 | 0,08 | 0 ,28 | 36 | 28 | 0,77 | 0 ,88 | « |
| | 54 | 1,50 | ± 1",22 | 808 | 43 | 0,05 | 0 ,23 | 108 | 81 | 0,75 | 0 ,87 | « |
| tellung auf den Blitzableiter des ›chtthurms zu Anjer). | | | | 856 | 50 | 0,06 | 0 ,24 | 150 | 122 | 0,81 | 0 ,90 | « |
| | | | | 400 | 17 | 0,043 | 0 ,21 | 56 | 54 | 0,95 | 0 ,98 | « |
| | 54 | 1,50 | ± 1",22 | 5694 | 363 | 0,10 | ±0",31 | 549 | 691 | 1,26 | ± 1",12 | |

| Standpunkte. | Monat und Jahr. | M. F. einer Einstellung [illegible] — von Objectiv rechts mit Objectiv links. — Einstellung auf Signale. Theiler. | Quadrat-summe. | $m_1^2$ | $m_1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| **Beobachter: S. [illegible]** | | | | | |
| Ekek, Pangerangan, Losari. | VIII 1854 | 8 | 91 | 11,35 | ± 3,3[illegible] |
| Waled, Pangerangan, Kromon, Tjiamis. | VIII und X 1854 | 8 | 122 | 15,26 | 3,9[illegible] |
| | | 16 | 213 | 13,50 | ± 3,[illegible] |
| **Beobachter: [illegible]** | | | | | |
| Losarang, Tampomas, Tjikoerai, Patoeha und Pangrango. | XII 1855—II 1856 | 8 | 42 | 5,19 | ± 2,2[illegible] |
| Karangbolong, Selok, Pliken, Sangkoer, Midangan, Radja Langit, Rogodjemlangan und Endrokilo. | VI und VII 1856 | 45 | 256 | 5,70 | 2,3[illegible] |
| Tjoepoe, Poerbolingo, Talaboga, Mroejong, Tjiamis, Soebang und Patjarloewong. | VIII und IX 1856 | 52 | 216 | 4,15 | 2,0[illegible] |
| Semarang, Oengaran, Merbaboe, Temanggong, Djoemprit, Prahoe, Bismo, Tjowet, Midangan und Paras. | IV und V 1857 | 86 | 471 | 5,47 | 2,3[illegible] |
| Kembang, Troentoeng, Karangkoedo, Aglik, Koenir, Tidar, Djetiskoelon, Djatimalang, Talok, Gepak, Boroboedor, Goeling, Kaligesik, Krikil und Ngrandja. | V und VI 1857 | 125 | 500 | 4,00 | 2,0[illegible] |
| | | 316 | 1485 | 4,70 | ± 2,1[illegible] |

| …d Ablesung aus Vergleichung | | | | | | | | M. F. einer mittleren Ablesung eines Mikroskops, gemischt mit dem Einfluss veränderlicher Excentricität, aus den Unterschieden der mittleren Ablesungen der beiden Mikroskope. | | | | Weise der Ablesung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| von Obj. rechts mit Obj. rechts, resp. Obj. links mit Obj. links. | | | | | | | | | | | | |
| Einstellung auf Heliotrope. | | | | Einstellung auf Signale. | | | | | | | | |
| …iler. | Quadrat-summe. | $m_3^2$ | $m_3$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_4^2$ | $m_4$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m^2_5$ | $m_5$ | |
| …d G. A. de Lange. | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 55 | 685 | 12,45 | ± 3″,53 | 55 | 191 | 3,47 | ± 1″,86 | Ueberall wurde nur einmal abgelesen, $m_1$ konnte also nicht bestimmt werden. |
| | | | | 107 | 1184 | 11,07 | 3 ,33 | 107 | 211 | 1,97 | 1 ,40 | |
| | | | | 162 | 1869 | 11,54 | ± 3″,40 | 162 | 402 | 2,48 | ± 1″,57 | |
| … de Lange. | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 87 | 4,58 | ± 2″,14 | 46 | 349 | 7,58 | ± 2″,75 | 65 | 141 | 2,17 | ± 1″,47 | |
| | | | | 75 | 509 | 6,78 | 2 ,60 | 75 | 86 | 1,14 | 1 ,07 | |
| | | | | 56 | 301 | 5,37 | 2 ,32 | 56 | 146 | 2,60 | 1 ,61 | |
| | | | | 142 | 561 | 3,95 | 1 ,99 | 142 | 402 | 2,83 | 1 ,68 | |
| | | | | 68 | 257 | 3,49 | 1 ,87 | 68 | 272 | 4,00 | 2 ,00 | |
| …) | 87 | 4,58 | ± 2″,14 | 387 | 1957 | 5,06 | ± 2″,25 | 406 | 1047 | 2,57 | ± 1″,60 | |

| Standpunkte. | Monat und Jahr. | Mittlerer Fehler einer Einstellung und Ablesung ... | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | von F. rechts mit F. links. Einstellung auf Signale. | | | | von F. rechts mit F. ... Einstellung auf Heliotrope ... | | |
| | | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_2^2$ |
| Matjanmati und Pasoeroean | XI 1861 | 17 | 76 | 4,49 | ±2",42 | | | |
| Penawangan und Merbaboe | XII « | 15 | 115 | 8,66 | 2 ,94 | | | |
| Pahiton und Banjoepahit | I 1862 | 9 | 122 | 15,55 | 3 ,68 | | | |
| Segorogoenong und Gading | I-III « | 27 | 291 | 10,76 | 3 ,28 | | | |
| Giri und Morodemak | III-VII « | 16 | 455 | 27,06 | 5 ,20 | | | |
| Goeling, Gepak und Ijohokling | XI 1863 | 27 | 177 | 6,55 | 2 ,56 | | | |
| Nglanggran | XII « | 32 | 191 | 5,96 | 2 ,44 | | | |
| Plawangan und Tjépér | « « | 11 | 53 | 4,84 | 2 ,20 | | | |
| Salam und Banjoepahit | I 1864 | 15 | 58 | 3,87 | 1 ,97 | | | |
| Matjanmati ** | IV « | 8 | 106 | 13,28 | 3 ,64 | | | |
| Kritjian | V « | 17 | 105 | 6,15 | 2 ,48 | | | |
| | | 192 | 1725 | 8,98 | ±3",00 | | | |
| Trangkil und Andong | V-VI 1862 | 27 | 182 | 6,74 | ±2",60 | | | |
| Pasoeroean | X « | 15 | 60 | 3,97 | 1 ,99 | | | |
| Batoe, Senèn und Selawoe | VIII 1863 | 41 | 239 | 5,82 | 2 ,41 | | | |
| | | 83 | 481 | 5,78 | ±2",40 | | | |
| Segorogoenong, Boengkoes, Toelak, Rakitan, Gondanglegi, Panggong, Mindodarèn und Kritjian | VII-IX '64 | 25 | 418 | 16,74 | ±4",09 | | | |
| Wonotjolo, Segorogoenong, Ngiom, Watoemiring, Poelo besar, Patjakaran und Boetak | III-VII '67 | 84 | 1016 | 12,09 | ±3 ,48 | 29 | 55 | 1,90 |
| Poetjak, Soemberbolo, Ngiom, Kerkep, Semangi, Poetjong, Ngatji, Kedinging, Wonotjolo, Wonosari, Kalitidoe, Toenggangan, Balen, Tertek und Boenten | VI-IX « | 71 | 532 | 7,50 | 2 ,74 | 50 | 239 | 4,78 |
| Wedoro, Tertek, Patjakaran, Panggong, Oedjong Petokol, Pereng, Wonotjolo, Goenong Mas, Ngimbang und Patjakaran | IX-XI « | 42 | 328 | 7,80 | 2 ,79 | 12 | 26 | 2,15 |
| | | 197 | 1876 | 9,52 | ±3",08 | 91 | 320 | 3,52 |

* Die Beobachtungen mit diesem Instrumente, auf Heliotrope ausgeführt, waren zu wenig zahlreich, um aus denselben $m_2$ zu berechnen ...

** In Matjanmati (1864) fand der Fall statt, dass der Unterschied $L-R$, nach Correction für die Excentricität des Fernrohrs, als ... $= + 15",0; 16",9; ...$ gefunden: $L-R = + 6",5; 4",9; 8",1; 6",7$, im Mittel $= + 6",5$, bei Banjoepahit (Entfernung 30,6 Kilometer) ... Mit zwei Rundgängen von 25 April ... vorkam. (Siehe jedoch die Note. S. 131.) Diese Beobachtungen sind in der Tabelle nicht aufgenommen.

EXCENTRISCHES FERNROHR.

| …s Vergleichung<br>sp. F. links mit F. links.<br>Einstellung auf Signale. | | | | Mittlerer Fehler einer Ablesung eines Mikroskops, | | | | | | | | Weise der Able-sung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | einer einzigen Ablesung, rein, aus den Unterschieden der doppelten Ablesungen. | | | | einer mitt. Ables., gemischt mit dem Einfl. der veränderl. Excentricität, aus den Unterschieden der mitt. Ables.ⁿ der beiden Mikroskope. | | | | |
| …eiler. | Quadrat-summe. | $m_2^2$ | $m_2$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_3^2$ | $m_3$ | Theiler. | Qua-drat-summe. | $m_4^2$ | $m_4$ | |
| **C. A. van Asperen.** | | | | | | | | | | | | |
| 57 | 580 | 5,66 | ± 2″,58 | 1644 | 1958 | 1,17 | ± 1″,08 | 67 | 55 | 0,52 | ± 0″,72 | 2 |
| 65 | 218 | 5,46 | 1 ,86 | 980 | 1251 | 1,28 | 1 ,15 | 65 | 56 | 0,57 | 0 ,75 | « |
| 05 | 492 | 5,18 | 2 ,28 | 726 | 587 | 0,81 | 0 ,90 | 95 | 45 | 0,47 | 0 ,69 | « |
| 91 | 451 | 4,47 | 2 ,11 | 1276 | 1094 | 0,86 | 0 ,93 | 101 | 59 | 0,59 | 0 ,62 | « |
| 92 | 182 | 5,50 | 1 ,87 | 596 | 454 | 0,76 | 0 ,87 | 52 | 8 | 0,16 | 0 ,40 | « |
| 56 | 455 | 5,20 | 1 ,79 | 824 | 789 | 0,96 | 0 ,98 | 156 | 78 | 0,57 | 0 ,76 | « |
| 39 | 400 | 2,57 | 1 ,54 | 1206 | 1214 | 1,01 | 1 ,00 | 169 | 107 | 0,65 | 0 ,79 | « |
| 36 | 156 | 2,57 | 1 ,54 | 516 | 470 | 0,91 | 0 ,95 | 66 | 55 | 0,55 | 0 ,73 | « |
| 76 | 202 | 2,66 | 1 ,65 | 528 | 440 | 0,85 | 0 ,91 | 76 | 29 | 0,58 | 0 ,62 | « |
| 54 | 545 | 5,59 | 2 ,52 | 596 | 255 | 0,64 | 0 ,80 | 64 | 17 | 0,27 | 0 ,52 | « |
| 58 | 151 | 1,95 | 1 ,59 | 524 | 515 | 0,60 | 0 ,78 | 68 | 48 | 0,70 | 0 ,84 | « |
| 57 | 5592 | 5,54 | ± 1″,88 | 9216 | 8805 | 0,96 | ± 0″,98 | 957 | 477 | 0,50 | ± 0″,71 | |
| **C. W. R. Th. Baud.** | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 495 | 5,42 | ± 2″,55 | 778 | 895 | 1,15 | ± 1″,07 | 91 | 152 | 1,67 | ± 1″,29 | 2 |
| 1 | 199 | 2,80 | 1 ,67 | 518 | 428 | 0,85 | 0 ,91 | 71 | 24 | 0,54 | 0 ,58 | « |
| 9 | 565 | 2,62 | 1 ,62 | 1216 | 775 | 0,64 | 0 ,80 | 159 | 58 | 0,42 | 0 ,65 | « |
| 1 | 1057 | 5,51 | ± 1″,87 | 2512 | 2096 | 0,85 | ± 0″,91 | 501 | 254 | 0,78 | ± 0″,88 | |
| **W. Voswinkel Dorselen.** | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 845 | 5,25 | ± 2″,29 | 1268 | 1029 | 0,81 | ± 0″,90 | 161 | 117 | 0,75 | ± 0″,85 | « |
| **H. A. Flory.** | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 550 | 2,55 | ± 1″,60 | 5446 | 4470 | 1,50 | ± 1″,14 | 257 | 188 | 0,79 | ± 0″,89 | 2 |
| | 582 | 2,51 | 1 ,58 | 2164 | 1816 | 0,84 | 0 ,92 | 202 | 98 | 0,49 | 0 ,70 | « |
| | 422 | 5,10 | 1 ,76 | 906 | 658 | 0,70 | 0 ,84 | 148 | 55 | 0,56 | 0 ,60 | « |
| | 1554 | 2,69 | ± 1″,64 | 5516 | 6924 | 1,06 | ± 1″,05 | 587 | 559 | 0,58 | ± 0″,76 | |

…n wurde je nach dem Signal, auf welches das Fernrohr gerichtet wurde. Am 27 April wurde bei Segorogoenoeng, (Entfernung 71,0 Kilometer) + 16″ Die Ursache dieser Erscheinung ist schwer zu errathen, zumal weil dieselbe an anderen Tagen nicht, oder wenigstens nicht in dem Maasse dieselben $m_1 = + 6'',65$ gegeben haben.

| Standpunkte. | Monat und Jahr. | Mittlerer Fehler einer Einstellung und Ablesung ... | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | von Fernrohr rechts mit Fernrohr links | | | | | | | | von F. rechts mit F. rechts ... | | | |
| | | Einstellung auf Heliotrope. | | | | Einstellung auf Signale. | | | | Einstellung auf Heliotrope. | | | |
| | | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ |
| | | | | | | | | | | | | | |
| **Beobacht... E...** | | | | | | | | | | | | | |
| Tjikema. ...... | IX. 66 | | | | | 22 | 95 | 4,55 | ± 2",08 | | | | |
| Boerangrang. .... | XI. « | | | | | | | | | | | | |
| Sangaboewana I .. | XII. « | | | | | | | | | | | | |
| Golis, Hambalang | II-III. « | | | | | | | | | | | | |
| Tandjong Oost, Poetri und Dago. | III. « | | | | | | | | | | | | |
| Salak, Penangoengan ........... | IV-V. « | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 22 | 95 | 4,55 | ± 2",08 | | | | |
| **Beobacht...** | | | | | | | | | | | | | |
| Batoehidenug, Soedimanik und Tjaringin. ........ | III u. VIII. 1868 | | | | | 19 | 125 | 6,48 | ± 2",55 | | | | |
| Tjiawoer, Bodjong koneng, Pasirkadoe, Tjiloemloem, Pasirsalam, Tjiherang, Batoehidenng, Houdjej I, Handeuleum, Deli, Tindjil, Mentogong, Tjiraden und Pajong ... | IX—XII 1868 | | | | | 50 | 188 | 3,77 | 1 ,94 | 161 | 551 | 2,06 | ± ... |
| Gedé, Karang ... | | | | | | 52 | 50 | 1,56 | 1 ,25 | 16 | 18 | 1,12 | ... |
| Transport .... | | | | | | 101 | 361 | 3,58 | ± 1",89 | 177 | 549 | | |

CENTRISCHES FERNROHR.

| … Vergleichung … p. F. links mit F. links. Einstellung auf Signale. | | | | Mittlerer Fehler einer Ablesung eines Mikroskops, einer einzigen Ablesung, rein, aus den Unterschieden der doppelten Ablesungen. | | | | einer mitt. Ables., gemischt mit dem Einfl. veränderl. Excentricität des Kreises, aus den Unterschieden der Ables^s. der beiden Mikroskope. | | | | Weise der Ablesung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| …iler. | Quadrat-summe. | $m_2^2$ | $m_2$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_3^2$ | $m_3$ | Theiler. | Qua-drat-summe. | $m_4^2$ | $m_4$ | |
| **Metzger** | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 96 | 2,01 | ± 1",42 | 672 | 475 | 0,70 | ± 0",84 | 48 | 161 | 5,15 | ± 1",85 | 4 |
| 6 | 202 | 2,66 | 1 ,63 | 900 | 509 | 0,56 | 0 ,75 | 76 | 4378 | 57,61 | 7 ,59 | « |
| 1 | 268 | 2,42 | 1 ,56 | 824 | 350 | 0,42 | 0 ,65 | 111 | 2975 | 26,78 | 5 ,18 | « |
| 8 | 510 | 2,87 | 1 ,69 | 1264 | 475 | 0,57 | 0 ,61 | 108 | 768 | 7,11 | 2 ,67 | « |
| 7 | 575 | 2,75 | 1 ,65 | 2510 | 1572 | 0,62 | 0 ,79 | 137 | 1089 | 7,95 | 2 ,82 | « |
| ) | 576 | 2,89 | 1 ,70 | 1768 | 1388 | 0,79 | 0 ,89 | 130 | 1957 | 15,05 | 3 ,88 | « |
| ) | 1627 | 2,67 | ± 1",63 | 7938 | 4763 | 0,60 | ± 0",77 | 610 | 11326 | 18,57 | ± 4",31 | |
| **Woldringh.** | | | | | | | | | | | | |
| | 333 | 3,21 | ± 1",79 | 1310 | 1472 | 1,12 | ± 1",06 | 110 | 130 | 1,18 | ± 1",09 | 2 |
| | 331 | 1,76 | 1 ,33 | 3764 | 2726 | 0,72 | 0 ,85 | 465 | 280 | 0,605 | 0 ,78 | 4 |
| | 112 | 0,79 | 0 ,89 | 1968 | 1526 | 0,78 | 0 ,88 | 158 | 70 | 0,45 | 0 ,67 | « |
| | 996 | 1,80 | ± 1",34 | 7042 | 5724 | | | 731 | 480 | | | |

| Standpunkte. | Monat und Jahr. | Mittlerer Fehler einer Einstellung und Ablesung aus ... | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | von Fernrohr rechts mit Fernrohr links. | | | | | | | | von F. rechts mit F. links ... | | | | |
| | | Einstellung auf Heliotrope. | | | | Einstellung auf Signale. | | | | Einstellung auf Heliotrope. | | | | |
| | | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_2^2$ | $m_2$ | |
| | | | | | | | | | | Beobachter: C... | | | | |
| Transport. | | | | | | 101 | 361 | 3,58 | ±1',89 | 177 | 349 | | | |
| Kronon. | VI 71 | 60 | 285 | 4,75 | ±2',18 | | | | | 144 | 511 | 3,55 | ±1' | |
| Sambéan | VI-VII « | 12 | 31 | 2,60 | 1,61 | | | | | 24 | 48 | 1,99 | 1 | |
| Cheribon II. | VII-IX « | 34 | 143 | 4,21 | 2,05 | | | | | 106 | 347 | 3,27 | 1 | |
| « « †. | « | 7 | 50 | 7,19 | 2,68 | | | | | 13 | 86 | 6,60 | 2 | |
| Slamat. | I-II 74 | 89 | 262 | 2,95 | 1,72 | | | | | 177 | 334 | 1,89 | 1 | |
| Tjemiring. | III « | 37 | 82 | 2,22 | 1,49 | | | | | 58 | 122 | 2,11 | 1 | |
| Kembang. | VI « | 17 | 53 | 3,12 | 1,77 | | | | | 72 | 112 | 1,56 | 1 | |
| | | 256 | 906 | 3,54 | 1,88 | 101 | 361 | 3,58 | ±1',89 | 771 | 1909 | 2,48 | ±1 | |

Kreis zwischen Fernrohr rechts und Fernrohr links gedreht.
Beobachter: E. Metzger.

| Standpunkte. | Monat und Jahr. | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tjikema. | IX 66 | | | | | 8 | 29 | 3,68 | ±1',92 | (Den Kreis um 18° gedreht |
| Boerangrang. | XI « | | | | | 67 | 708 | 10,56 | 3,25 | ( « « « 60° « |
| Sangaboewana I. | XII « | | | | | 67 | 754 | 11,26 | 3,36 | ( « « « « |
| Golis, Hambalang | II-III 67 | | | | | 112 | 1126 | 10,05 | 3,17 | (Den Kreis verschieden gedreht, bald um 30°, bald um 60°, bald um 120°) |
| Tandjong Oost, Poetri und Dago | III « | | | | | 81 | 994 | 12,27 | 3,50 | |
| Salak, Penangoengan | IV-V « | | | | | 144 | 2290 | 15,90 | 3,99 | |
| | | | | | | 479 | 5901 | 12,32 | ±3',51 | |

Beobachter: C. Woldringh.

| Standpunkte. | Monat und Jahr. | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Batoehid. u. s. w. | III-IV « | | | | | 12 | 220 | 18,30 | ±4',28 | Ebenso. |
| Tjawoer u. s. w. (siehe oben) | IX-XII « | | | | | 62 | 1146 | 18,48 | 4,30 | |
| | | | | | | 74 | 1366 | 18,45 | ±4',30 | |

† Einstellung auf das Nachtsignal in einer Entfernung von 850 Metern.

ⅩCENTRISCHES FERNROHR.

| …eichung | | | | Mittlerer Fehler einer Ablesung eines Mikroskops, | | | | | | | | Weise der Ablesung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| …resp. F. links mit F. links. Einstellung auf Signale. | | | | einer einzigen Ablesung, rein, aus den Unterschieden der doppelten Ablesungen. | | | | einer mitt. Ables., gemischt mit dem Einfl. veränderl. Excentricität des Kreises, aus den Unterschieden der mitt. Ablesⁿ. der beiden Mikroskope. | | | | |
| …eiler. | Quadrat-summe. | $m_2{}^2$ | $m_2$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_3{}^2$ | $m_3$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_4{}^2$ | $m_4$ | |
| **Woldringh.** | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 7042 | 5724 | | | 751 | 480 | | | |
| | | | | 792 | 917 | 1,16 | ± 1",08 | 144 | 2396 | 16,64 | ± 4",08 | 4 |
| | | | | 640 | 440 | 0,69 | 0 ,83 | 24 | 220 | 9,17 | 3 ,03 | « |
| | | | | 864 | 708 | 0,82 | 0 ,91 | 119 | 2184 | 18,33 | 4 ,28 | « |
| | | | | 906 | 1144 | 1,24 | 1 ,12 | 177 | 1716 | 9,70 | 3 ,11 | « |
| | | | | 888 | 950 | 1,05 | 1 ,02 | 58 | 513 | 8,84 | 2 ,97 | « |
| | | | | 1056 | 979 | 0,93 | 0 ,96 | 72 | 993 | 13,79 | 3 ,71 | « |
| …4 | 996 | 1,80 | ± 1",34 | 12188 | 10842 | 0,89 | ± 0",94 | 1525 | 8502 | 6,42 | ± 2",53 | |

| Weise der Ablesung. |
|---|
| 4 |
| « |
| « |
| « |
| « |
| « |
| 2 |
| 4 |

| Standpunkte. | Monat und Jahr. | Mittlerer Fehler einer Einstellung und Ablesung aus Sä… | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | von Fernrohr rechts mit Fernrohr links. | | | | | | | | von F. rechts mit F. rechts | | |
| | | Einstellung auf Heliotrope. | | | | Einstellung auf Signale. | | | | Einstellung auf Heliotrope | | |
| | | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ |
| | | | | | | | | | | | | Beobachter |
| Pekalongan und Gegergadong | VII-IX '65 | | | | | 20 | 72 | 3,58 | ± 1",89 | 25 | 11 | 0,49 ± 0,70 |
| Tembok u. Priksa | X-XI " | | | | | 17[1] | 165 | 9,56 | 3 ,09 | 48 | 11 | 0,24 0,49 |
| Rogodj. u. Prahoe | XII 65-I 66 | 8 | 17 | 2,09 | ± 1",45 | 16 | 45 | 2,82 | 1 ,68 | | | |
| Gadjah u. Tjoepoe | II-III " | | | | | 18 | 264 | 14,68 | 3 ,83 | | | |
| | | 8 | 17 | 2,09 | ± 1",45 | 71 | 544 | 7,65 | ± 2 ,77 | 71 | 22 | 0,32 ± 0,56 |
| | | | | | | | | | | | | Beobachter |
| Koeta | IV 1866 | 12 | 32 | 2,67 | ± 1 ,63 | 30[3] | 95 | 3,09 | ± 1",76 | 14 | 45 | 3,22 ± 1,80 |
| Slamat IV | " " | | | | | 30[2] | 112 | 3,72 | 1 ,93 | | | |
| Losari | " " | 3 | 5 | 1,74 | 1 ,32 | 7 | 27 | 3,90 | 1 ,97 | | | |
| Mroejong | V " | | | | | 16[3] | 66 | 4,15 | 2 ,04 | | | |
| Kedaka | " " | | | | | 29[3] | 78 | 2,67 | 1 ,64 | | | |
| | | 15 | 37 | 2,49 | ± 1",55 | 112 | 376 | 3,35 | ± 1",83 | 14 | 45 | 3,22 ± 1,80 |
| | | | | | | | | | | | | Beobachter |
| Boetak, Banjak, Bret, Katok, Sahari, Andjosmoro, Looksongo, Ngantang, Begadoeng, Ngoro, Klotek, Pesantren und Paré | II-IV 1867 | | | | | 96 | 997 | 10,58 | ± 3",22 | | | |
| Ngadiloewih, Boedeg, Kalangbret, Sengoengloeng, Dorowati, Wilis und Pegat | V-VI " | | | | | 121 | 1076 | 8,89 | 2 ,98 | | | |
| Djoeleg, Gelang, Boedeg, Sekarpoeti und Selahajoe | IX-XI " | | | | | 75 | 705 | 9,57 | 3 ,06 | | | |
| Klotak | XII " | | | | | 77 | 1045 | 13,54 | 3 ,68 | 57 | 101 | 1,78 |
| Boetak (Kediri) | V 1868 | 10 | 38 | 3,76 | ± 1 ,94 | 13 | 40 | 3,05 | 1 ,75 | | | |
| Pasoeroean | " " | | | | | 35 | 196 | 5,59 | 2 ,36 | | | |
| Ketjiri | VI " | | | | | 7 | 25 | 3,56 | 1 ,89 | | | |
| Pasoeroean | III 1869 | | | | | 18 | 170 | 9,47 | 3 ,08 | | | |
| Semongkron | III-IV " | | | | | | | | | | | |
| Karangnoom, Groendo, Soelok, Soeket und Gelang | VII-XII 1870 | Kreis zwischen F. rechts und F. links gedreht. | | | | 21 | 368 | 17,53 | 4 ,19 | 57 | 101 | 1,78 ± |
| | | 10 | 38 | 3,76 | ± 1",94 | 442 | 4250 | 9,61 | ± 3 ,10 | | | Beobachter |
| | | | | | | ohne die letzte. | | | | 74 | 45 | 0,58 |
| Andjoeno, (Baglen) | II 1873 | 17 | 18 | 1,07 | ± 1 ,03 | | | | | 90 | 44 | 0,49 |
| Kemlang | III-IV " | 17 | 18 | 1,05 | 1 ,02 | | | | | 135 | 50 | 0,37 |
| Prahoe | V-VI " | 29 | 34 | 1,17 | 1 ,08 | 8 | 18 | 2,27 | ± 1",51 | 229 | 137 | 0,46 |
| | | 63 | 70 | 1,11 | ± 1 ,05 | 8 | 18 | 2,27 | ± 1",51 | | | |

[1] Unter diesen kommen einzelne Einstellungen auf Heliotrope vor. [2] Die dreifachen Einstellungen geben einen grösseren Werth für … 36; 3; 0,09; ± 0",30. Eine geringe Beweglichkeit des Instruments auf dem Pfeiler, oder auch eine veränderliche laterale Refraction, … selben Kreislage nur ein Rundgang gemacht, deshalb konnte für Losari, Mroejong und Kedaka kein $m_2$ berechnet werden. Die relativ … scheiden waren. Insbesondere war dies zu Koeta mit dem Signale auf dem Mroejong der Fall. [3] Auch hier wurde $m_1$ bei den dreifachen …

CENTRISCHES FERNROHR.

| ichung | | | | Mittlerer Fehler einer Ablesung eines Mikroskops, | | | | | | | | Weise der Ables-sung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| p. F. links mit F. links. | | | | einer einzigen Ablesung, rein, aus den Unterschieden der doppelten Ablesungen. | | | | einer mitt. Ables., gemischt mit dem Einfl. der veränderl. Excentricität, aus den Unterschieden der mitt. Ablesn. der beiden Mikroskope. | | | | |
| Einstellung auf Signale. | | | | | | | | | | | | |
| iler. | Quadrat-summe | $m_2^2$ | $m_2$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_3^2$ | $m_3$ | Theiler. | Qua-drat-summe | $m_4^2$ | $m_4$ | |
| W. Voswinkel Dorselen. | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 56 | 0,64 | ± 0",80 | 848 | 217 | 0,26 | ±0",51 | 87 | 19 | 0,22 | ±0",47 | 2 |
| 1 | 45 | 0,88 | 0 ,94 | 966 | 267 | 0,28 | 0 ,55 | 74 | 14 | 0,19 | 0 ,44 | « |
| 7 | 12 | 0,44 | 0 ,66 | 576 | 100 | 0,174 | 0 ,42 | 75 | 5 | 0,07 | 0 ,27 | « |
| 4 [1] | 55 | 0,65 | 0 ,81 | 1020 | 225 | 0,22 | 0 ,47 | 84 | 12 | 0,15 | 0 ,39 | « |
| 9 | 168 | 0,67 | ± 0",82 | 3410 | 807 | 0,24 | ±0",49 | 320 | 50 | 0,16 | ±0",40 | |
| A. C. Oudemans. | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 291 | 4,70 | ± 2",17 | 952 | 825 | 0,89 | ±0",94 | 62 | 54 | 0,86 | ±0",95 | « |
| | | | | 572 | 475 | 0,83 | 0 ,91 | 14 | 14 | 0,98 | 0 ,99 | « |
| | | | | 160 | 185 | 1,15 | 1 ,07 | | | | | « |
| | | | | 424 | 276 | 0,65 | 0 ,81 | | | | | « |
| | | | | 634 | 505 | 0,79 | 0 ,89 | | | | | « |
| 2 | 291 | 4,70 | ± 2",17 | 2722 | 2262 | 0,83 | ±0",91 | 76 | 68 | 0,89 | ±0",94 | |
| L. van Isselmuden. | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 499 | 4,26 | ±2",06 | 1766 | 1854 | 1,05 | ±1",02 | 117 | 179 | 1,53 | ±1",24 | 2 |
| 39 | 581 | 3,07 | 1 ,75 | 3562 | 4085 | 1,15 | 1 ,07 | 189 | 182 | 0,96 | 0 ,89 | « |
| 78 | 1125 | 4,05 | 2 ,01 | 1466 | 1961 | 1,34 | 1 ,16 | 278 | 259 | 0,93 | 0 ,97 | « |
| 32 | 912 | 2,39 | 1 ,55 | 808 | 764 | 0,94 | 0 ,97 | 382 | 219 | 0,57 | 0 ,76 | « |
| | | | | 880 | 904 | 1,03 | 1 ,01 | 57 | 57 | 1,00 | 1 ,00 | « |
| 1 | 74 | 1,45 | 1 ,29 | 826 | 784 | 0,95 | 0 ,98 | 51 | 95 | 1,86 | 1 ,36 | « |
| 5 | 218 | 1,74 | 1 ,32 | 814 | 754 | 0,92 | 0 ,96 | 125 | 62 | 0,49 | 0 ,70 | « |
| 4 | 73 | 1,65 | 1 ,29 | 288 | 211 | 0,73 | 0 ,86 | 44 | 20 | 0,47 | 0 ,68 | « |
| 9 [2] | 225 | 2,49 | 1 ,58 | 416 | 255 | 0,61 | 0 ,78 | 89 | 45 | 0,49 | 0 ,70 | « |
| 9 | 48 | 1,67 | 1 ,29 | 850 | 686 | 0,81 | 0 ,90 | 29 | 357 | 12,32 | 3 ,51 | « |
| 4 | 3733 | 2,88 | ±1",70 | 11676 | 12256 | 1,05 | ±1",02 | 1361 | 1475 | 1,08 | ±1",04 | |
| | | | | | | | Ohne die letzte | 1332 | 1116 | 0,84 | 0 ,90 | |
| G. Temmissen. | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 15 | 2,12 | ±1",46 | 878 | 390 | 0,47 | ±0",68 | 80 | 16 | 0,20 | ±0",45 | 4 |
| | | | | 848 | 336 | 0,40 | 0 ,63 | 90 | 12 | 0,14 | 0 ,37 | « |
| ) | 11 | 0,59 | 0 ,77 | 816 | 360 | 0,44 | 0 ,66 | 154 | 10 | 0,06 | 0 ,25 | « |
| , | 24 | 0,96 | ±0",98 | 2502 | 1086 | 0,43 | ±0",65 | 324 | 38 | 0,12 | ±0",34 | |

hen; getrennt geben die dreifachen: 46; 47; 0,97; ± 0",99; die zweifachen 36; 8; 0,22; ± 0",47; ebenso bei $m_4$ 47; 9; 0,19; ± 0",44; und
3i der Bestimmung von $m_2$ erklären; was $m_4$ angeht, so glaube ich, dass hier mehr der Zufall im Spiel gewesen ist. [3] Meistentheils wurde in dre-
sind dem Umstande zuzuschreiben, dass die Signale wegen der in dieser Jahreszeit nicht ungewöhnlichen undurchsichtigen Luft schwer zu unter-
gefunden als bei den zweifachen. Die Trennung gab: die dreifachen 46; 153,51; 3,34; ± 1,83; die zweifachen 48; 69,18, 1,62; ± 1,27.

| Standpunkte. | Monat und Jahr. | Mittlerer Fehler einer Einstellung und Ablesung … | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | von Fernrohr rechts mit Fernrohr links. | | | | | | | | von F. rechts mit F. … | | | |
| | | Einstellung auf Heliotrope. | | | | Einstellung auf Signale. | | | | Einstellung auf Heliotr… | | | |
| | | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ |
| *Beobacht…* | | | | | | | | | | | | | |
| Limljong u. Oedjong Goenong | VIII 1865 | | | | | 25 | 259 | 11,25 | ±3",55 | | | | |
| Waringin-anom u. Kertosari | « « | | | | | 25 | 134 | 5,85 | 2 ,42 [2] | | | | |
| Tjirangnja, Lingga und Tjemoko | IX-X 65 | | | | | 37 | 402 | 10,85 | 3 ,29 | | | | |
| | | | | | | 85 | 795 | 5,79 | ±5",09 | | | | |
| *Beobach…* | | | | | | | | | | | | | |
| Tjikema u. Djiomin | X-XI 1866 | | | | | 12 | 39 | 3,22 | ±1",79 | | | | |
| Nini und Bohong | VII « | | | | | 20 | 236 | 11,82 | 3 ,44 [2] | | | | |
| Gedogan, Panawoean, Nini, Pantjalikan, Bohong u. Poentjaklarang | IX 1867 | | | | | 44 | 771 | 17,53 | 4 ,17 | | | | |
| Boekitdjarian | VIII « | | | | | 15 | 257 | 17,10 | 4 ,14 | | | | |
| Tampoemas, Iwir-iwir, Tjiboeroean und Nini | VIII-IX « | | | | | 12 | 126 | 10,49 | 3 ,24 | 41 | 69 | 1,09 | ±… |
| Karangantoe, Pinang, Tanara, Tandjong Pontang, Soesoekan, Tjikandi, Tjilarang, Baros, Tjenggal, Poelé und Serang [3] | V 1868 | | | | | 26 | 753 | 28,95 | 3 ,58 | | | | |
| Telok, Radjabasa, Tangka und Keizerspiek [3] | III-IV 69 | | | | | 35 | 2025 | 57,85 | 7 ,61 | | | | |
| Erste Gruppe | | | | | | 105 | 1429 | 13,87 | ±3",72 | 41 | 69 | 1,69 | ±… |
| Zweite « | | | | | | 61 | 2778 | 45,54 | 6 ,75 | | | | |
| *Beobacht…* | | | | | | | | | | | | | |
| Salak [1] | V-VI 1876 | 86 | 1154 | 13,41 | ±3",66 | | | | | 297 | 1420 | 5,77 | ±… |

[1] Indem 10 sehr abweichende Unterschiede, vom 27 November, ausgeschlossen wurden.
[2] Einzelne Richtungen unter den von den Herren Metzger und Soeters beobachteten waren auf Heliotrope, ihrer geringen wegen …
[3] Bei diesen war der Kreis zwischen Fernrohr rechts und links gedreht, und zwar im J. 1868 um 100°, im J. 1869 um 30°.

CENTRISCHES FERNROHR.

| eichung | | | | Mittlerer Fehler einer Ablesung eines Mikroskops, | | | | | | | | Weise der Ablesung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| sp. F. links mit F. links. | | | | einer einzigen Ablesung, rein, aus den Unterschieden der doppelten Ablesungen. | | | | einer mitt. Ables., gemischt mit dem Einfl. veränderl. Excentricität des Kreises, aus den Unterschieden der mitt. Abless. der beiden Mikroskope. | | | | |
| Einstellung auf Signale. | | | | | | | | | | | | |
| eiler. | Quadrat-summe. | $m_1{}^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_2{}^2$ | $m_2$ | Theiler. | Qua-drat-summe. | $m_4{}^2$ | $m_4$ | |
| Metzger. | | | | | | | | | | | | |
| 26 | 205 | 7,82 | ± 2″,80 | 586 | 558 | 0,92 | ± 0″,96 | 26 | 2440 | 95,85 | ± 9″,69 | 2 |
| 32 | 132 | 4,76 | 2 ,18 | 452 | 476 | 1,10 | 1 ,05 | 32 | 4086 | 127,69 | 11 ,50 | « |
| 41 | 179 | 4,37 | 2 ,09 | 628 | 715 | 1,14 | 1 ,07 | 41 | 509 | 7,55 | 2 ,74 | « |
| 99 | 554 | 5,40 | 2 ,32 | 1446 | 1547 | 1,07 | 1 ,05 | | | | | |
| Th. Soeters. | | | | | | | | | | | | |
| 72 | 303 | 4,21 | ± 2 ,05 | 1000 | 2576 | 2,58 | ± 1″,61 | 72 | 9697 | 134,68 | 11 ,61 | 4 |
| | | | | | | | | 62 | 400 | 6,45 | ± 2″,54 | « |
| 76 | 168 | 2,21 | 1 ,49 | 1794 | 3719 | 2,08 | 1 ,44 | 76 | 65 | 0,85 | 0 ,91 | « |
| 54 | 306 | 2,16 | 1 ,47 | 2194 | 2775 | 1,26 | 1 ,12 | 254 | 114 | 0,49 | 0 ,70 | « |
| 54 | 105 | 1,95 | 1 ,40 | 844 | 908 | 1,08 | 1 ,04 | 54 | 32 | 0,60 | 0 ,77 | « |
| 71 | 151 | 2,15 | 1 ,46 | 1120 | 1176 | 1,05 | 1 ,02 | 112 | 145 | 1,29 | 1 ,14 | « |
| 7 | 159 | 1,30 | 1 ,14 | 3324 | 5108 | 1,54 | 1 ,24 | 107 | 75 | 0,70 | 0 ,84 | « |
| 1 | 207 | 1,08 | 1 ,04 | 2886 | 4445 | 1,54 | 1 ,24 | 191 | 118 | 0,62 | 0 ,79 | « |
| 5 | 1579 | 1,97 | ± 1″,40 | 13162 | 20705 | 1,57 | ± 1″,25 | 774 | 547 | 0,71 | ± 0″,84 | |
| Oudemans. | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 800 | 526 | 0,65 | ± 0″,81 | 297 | 720 | 2,45 | ± 1″,56 | 4 |

s aber hier mit aufgenommen.

| Beobachter. | Heliotrope. | | | | Signale. | | | | Heliotrope. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1{}^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadrat summe. | $m_1{}^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadrat summe. | $m_2{}^2$ | m… |
| Van Asperen | 52 | 101 | 1,93 | ±1",39 | 145 | 467 | 3,27 | ±1",81 | 292 | 506 | 1,73 | [illegible] |
| Van Isselmuden | 316 | 754 | 2,32 | 1 ,52 | 113 | 330 | 2,91 | 1 ,71 | 1734 | 1521 | 1,45 | [illegible] |
| Woldringh | 44 | 53 | 1,20 | 1 ,10 | | | | | 149 | 165 | 1,09 | [illegible] |
| Soeters | 607 | 714 | 1,17 | 1 ,08 | | | | | 1770 | 765 | 0,43 | [illegible] |
| | 1019 | 1602 | 1,57 | ±1",25 | 258 | 806 | 3,12 | ±1",77 | 3945 | 2755 | 0,70 | [illegible] |
| Flory | 512 | 566 | 1,82 | ±1",35 | 125 | 533 | 4,32 | ±2",08 | 1429 | 1598 | 1,12 | [illegible] |
| Soeters | 450 | 1175 | 2,61 | 1 ,62 | 22 | 68 | 3,10 | 1 ,76 | 2253 | 1853 | 0,85 | [illegible] |
| Teunissen | 51 | 13 | 0,42 | 0 ,65 | | | | | 140 | 30 | 0,22 | [illegible] |
| J. A. Oudemans | 40 | 118 | 2,95 | 1 ,72 | 56 | 157 | 3,79 | 1 ,95 | 262 | 180 | 0,69 | [illegible] |
| | 853 | 1870 | 2,24 | ±1",50 | 181 | 758 | 4,08 | ±2",02 | 4066 | 3661 | 0,90 | [illegible] |
| Metzger | 782 | 3390 | 4,34 | ±2",08 | | | | | 5155 | 12518 | 2,39 | [illegible] |
| Woldringh | 225 | 308 | 1,36 | 1 ,16 | | | | | 905 | 1073 | 1,19 | [illegible] |
| J. A. Oudemans | 49 | 145 | 2,97 | 1 ,72 | 6 | 20 | 3,27 | ±1",81 | 515 | 565 | 1,10 | [illegible] |
| | 1056 | 3843 | 3,64 | ±1",91 | 6 | 20 | 3,27 | ±1",81 | 6569 | 13956 | 2,12 | [illegible] |
| S. H. und G. A. de Lange | | | | | 16 | 215 | 13,50 | ±3",65 | 19 | 87 | 4,58 | [illegible] |
| G. A. de Lange | | | | | 316 | 1485 | 4,70 | 2 ,17 | | | | |
| | | | | | 332 | 1700 | 5,12 | ±2",26 | 19 | 87 | 4,58 | [illegible] |

ITULATION.

| Signale. | | | | Ablesung. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| heiler. | Quadrat-summe. | $m_2^2$ | $m_2$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_3^2$ | $m_3$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_4^2$ | $m_4$ |
| ld. | | | | | | | | | | | |
| 647 | 1088 | 1,68 | ± 1",30 | 7516 | 1152 | 0,16 | ± 0",40 | 959 | 517 | 0,55 | ± 0",74 |
| 556 | 255 | 0,70 | 0 ,84 | 12746 | 418 | 0,033 | 0 ,18 | 2012 | 290 | 0,14 | 0 ,38 |
| | | | | 1728 | 317 | 0,185 | 0 ,43 | 149 | 41 | 0,27 | 0 ,52 |
| | | | | 18378 | 311 | 0,017 | 0 ,13 | 1770 | 336 | 0,19 | 0 ,44 |
| 985 | 1323 | 1,35 | ± 1",16 | 40168 | 2198 | 0,055 | ± 0",23 | 4870 | 1184 | 0,24 | ± 0",49 |
| M. I. | | | | | | | | | | | |
| 522 | 1160 | 2,25 | ± 1",49 | 22178 | 1432 | 0,065 | ± 0",25 | 1951 | 2505 | 1,28 | ± 1",13 |
| 75 | 81 | 1,11 | 1 ,05 | 23076 | 566 | 0,024 | 0 ,15 | 2308 | 1292 | 0,56 | 0 ,75 |
| | | | | 806 | 32 | 0,04 | 0 ,20 | 140 | 4 | 0,03 | 0 ,17 |
| 24 | 96 | 4,01 | 2 ,00 | 3050 | 201 | 0,066 | 0 ,26 | 286 | 117 | 0,41 | 0 ,64 |
| 519 | 1337 | 2,16 | ± 1 ,47 | 49110 | 2231 | 0,045 | ± 0",21 | 4685 | 3918 | 0,84 | ± 0",92 |
| d. II. | | | | | | | | | | | |
| 26 | 138 | 5,29 | ± 2",30 | 35484 | 5105 | 0,144 | ± 0",38 | 5179 | 25177 | 4,86 | ± 2 ,20 |
| | | | | 6958 | 1386 | 0,20 | 0 ,45 | 905 | 441 | 0,49 | 0 ,70 |
| 36 | 54 | 1,50 | 1 ,22 | 3694 | 363 | 0,10 | 0 ,31 | 549 | 691 | 1,26 | 1 ,12 |
| 62 | 192 | 3,97 | ± 1 ,99 | 46116 | 6852 | 0,148 | ± 0 ,38 | 6651 | 26309 | 3,97 | ± 1",99 |
| | | | | | | | | | | | |
| 2 | 1869 | 11,54 | ± 3",40 | 162 | 402 | 2,48 | ± 1 ,57 | 162 | 402 | 2,48 | ± 1",57 |
| 7 | 1957 | 5,06 | 2 ,25 | 406 | 1047 | 2,57 | 1 ,60 | 406 | 1047 | 2,57 | 1 ,60 |
| 9 | 3826 | 16,60 | ± 4",07 | 568 | 1449 | 2,55 | ± 1",60 | 568 | 1449 | 2,55 | ± 0",60 |

| Beobachter. | Heliotrope. | | | | Signale. | | | | Heliotrope. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Theiler. | Quadrat summe. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadrat summe. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadrat summe. | $m_1^2$ | $m_1$ |
| Van Asperen | | | | | 192 | 1725 | 8,98 | ±5",00 | | | | |
| Baud | | | | | 85 | 481 | 5,78 | 2 ,40 | | | | |
| Voswinkel Dorselen | | | | | 25 | 418 | 16,74 | 4 ,09 | | | | |
| Flory | | | | | 197 | 1876 | 9,52 | 3 ,08 | 91 | 520 | 5,52 | ±1 [illegible] |
| | | | | | 497 | 4500 | 9,05 | ±3",01 | 91 | 520 | 5,52 | ±1 [illegible] |
| Metzger | | | | | 22 | 95 | 4,55 | ±2",08 | 771 | 1909 | 2,48 | ±1 [illegible] |
| Woldringh | 256 | 906 | 3,54 | ±1",88 | 101 | 361 | 3,58 | 1 ,89 | | | | |
| | 256 | 906 | 3,54 | ±1",88 | 123 | 456 | 3,71 | ± 1",93 | 771 | 1909 | 2,48 | ±1 [illegible] |
| Voswinkel Dorselen | 8 | 17 | 2,09 | ±1",45 | 71 | 544 | 7,65 | ±2",77 | 71 | 22 | 0,52 | ±0 [illegible] |
| J. A. C. Oudemans | 15 | 37 | 2,49 | 1 ,55 | 112 | 376 | 3,55 | 1 ,85 | 14 | 45 | 3,22 | [illegible] |
| Van Isselmuden | 10 | 38 | 3,76 | 1 ,94 | 442 | 4250 | 9,61 | 3 ,10 | 57 | 101 | 1,78 | [illegible] |
| Teunissen | 63 | 70 | 1,11 | 1 ,05 | 8 | 18 | 2,27 | 1 ,51 | 299 | 157 | 0,46 | [illegible] |
| | 96 | 162 | 1,69 | ±1",30 | 633 | 5188 | 8,20 | ±2",86 | 441 | 305 | 0,69 | ±0 [illegible] |
| Metzger | | | | | 83 | 795 | 9,57 | ±3",09 | 41 | 69 | 1,69 | [illegible] |
| Soeters | | | | | 103 | 1429 | 13,87 | 3, 72 | 297 | 1120 | 3,77 | [illegible] |
| J. A. Oudemans | 86 | 1154 | 13,41 | ±3",66 | | | | | | | | |
| | 86 | 1154 | 13,41 | ±3",66 | 186 | 2224 | 11,95 | ±3",46 | 338 | 1189 | 3,52 | [illegible] |

TION. (Fortsetzung.)

| Signale. | | | | Ablesung. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| eiler. | Quadrat-summe. | $m_2^2$ | $m_2$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_3^2$ | $m_3$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_1^2$ | $m_1$ |
| II. | | | | | | | | | | | |
| 957 | 3392 | 3,54 | ±1",88 | 9216 | 8805 | 0,96 | ±0",98 | 957 | 477 | 0,50 | ±0",71 |
| 301 | 1057 | 3,51 | 1 ,87 | 2512 | 2096 | 0,83 | 0 ,91 | 301 | 234 | 0,78 | 0 ,88 |
| 161 | 845 | 5,25 | 2 ,29 | 1268 | 1029 | 0,81 | 0 ,90 | 161 | 117 | 0,73 | 0 ,85 |
| 496 | 1334 | 2,69 | 1 ,64 | 6516 | 6924 | 1,06 | 1 ,03 | 587 | 339 | 0,58 | 0 ,76 |
| 915 | 6628 | 3,46 | ±1",86 | 19512 | 18854 | 0,97 | ±0",98 | 2006 | 1167 | 0,58 | ±0",76 |
| III. | | | | | | | | | | | |
| 610 | 1627 | 2,67 | ±1",63 | 7938 | 4765 | 0,60 | ±0",77 | 610 | 11326 | 18,57 | ±4",31 |
| 554 | 996 | 1,80 | 1 ,34 | 12188 | 10842 | 0,89 | 0 ,94 | 1325 | 8502 | 6,42 | 2 ,53 |
| 164 | 2623 | 2,25 | ±1",50 | 20126 | 15607 | 0,78 | ±0",88 | 1935 | 19828 | 10,24 | ±3",20 |
| IV. | | | | | | | | | | | |
| 249 | 168 | 0,67 | ±0",82 | 3410 | 807 | 0,24 | ±0",49 | 320 | 50 | 0,16 | ±0",40 |
| 62 | 291 | 4,70 | 2 ,17 | 2722 | 2262 | 0,83 | 0 ,91 | 76 | 68 | 0,89 | 0 ,94 |
| 304 | 3753 | 2,88 | 1 ,70 | 11676 | 12256 | 1,05 | 1 ,02 | 1332 | 1116 | 0,84 | 0 ,91 |
| 25 | 24 | 0,96 | 0 ,98 | 2502 | 1086 | 0,43 | 0 ,65 | 324 | 38 | 0,12 | 0 ,34 |
| 340 | 4236 | 2,58 | ±1",61 | 20310 | 16411 | 0,81 | ±0",90 | 2052 | 1272 | 0,62 | ±0 ,79 |
| V. | | | | | | | | | | | |
| 99 | 554 | 5,40 | ±2",32 | 1446 | 1547 | 1,07 | ±1",03 | 774 | 547 | 0,71 | ±0",84 |
| 05 | 1579 | 1,97 | 1 ,40 | 13162 | 20705 | 1,57 | 1 ,25 | 297 | 720 | 2,45 | 1 ,56 |
| | | | | 800 | 526 | 0,65 | 0 ,81 | | | | |
| 94 | 2133 | 2,34 | ±1",53 | 15408 | 22778 | 1,48 | ±1",22 | 1071 | 1267 | 1,19 | ±1",09 |

Fügen wir die mit den Instrumenten gleicher Grösse ge

ZWEITE

| Beobachter. | Heliotrope. | | | | Signale. | | | | Heliotrope. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | Quadratsumme. | $m_1^2$ | $m_1$ |
| Repsold (12 z.)... | 1019 | 1602 | 1,57 | ± 1″,25 | 258 | 806 | 3,12 | ± 1″,77 | 3945 | 2755 | 0,70 | [illegible] |
| Gross P. M. I (10z.) | 833 | 1870 | 2,24 | 1 ,50 | 181 | 738 | 4,08 | 2 ,02 | 4066 | 3661 | 0,90 | [illegible] |
| « « « II « | 1056 | 3845 | 3,64 | 1 ,91 | 6 | 20 | 3,27 | 1 ,81 | 6569 | 13956 | 2,12 | [illegible] |
| | 1889 | 5715 | 3,02 | ± 1″,74 | 187 | 758 | 4,05 | ± 2″,01 | 10635 | 17617 | 1,66 | [illegible] |
| P. M. I (8 z.).. | | | | | 332 | 1700 | 5,12 | ± 2″,26 | 19 | 87 | 4,58 | [illegible] |
| P. M. II « | | | | | 497 | 4500 | 9,05 | 3 ,01 | 91 | 320 | 3,52 | [illegible] |
| P. M. III « . | 256 | 906 | 3,54 | ± 1″,88 | 123 | 456 | 3,71 | 1 ,93 | 771 | 1909 | 2,48 | [illegible] |
| P. M. IV « .. | 96 | 162 | 1,69 | 1 ,30 | 633 | 5188 | 8,20 | 2 ,86 | 441 | 305 | 0,69 | [illegible] |
| P. M. V « . | 86 | 1154 | 13,41 | 3 ,66 | 186 | 2224 | 11,95 | 3 ,46 | 338 | 1189 | 3,52 | [illegible] |
| | 438 | 2222 | 5,07 | ± 2″,25 | 1761 | 14068 | 7,99 | ± 2″,83 | 1660 | 3810 | 2,29 | [illegible] |
| Nur III und IV. | 352 | 1068 | 3,03 | 1 ,74 | 756 | 5644 | 7,46 | 2 ,73 | | | | |

Machen wir nun weiter zwischen den Heliotropen und Signal

DRITTE

Heliotrope

| | Theiler. | | $m_1^2$ | $m_1$ | Theiler. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Repsold. | 1277 | 2408 | 1,89 | ± 1″,37 | 4928 | 4076 | [illegible] |
| Gross P. M. I.. | 1014 | 2608 | 2,57 | 1 ,60 | 4685 | 4908 | [illegible] |
| « P. M. II. | 1062 | 3865 | 3,64 | 1 ,91 | 6651 | 14148 | [illegible] |
| Summe. | 2076 | 6471 | 3,12 | 1 ,77 | 11336 | [illegible] | [illegible] |
| P. M. I | 322 | 1700 | 5,12 | 2 ,26 | 368 | 3915 | [illegible] |
| P. M. II. | 497 | 4500 | 9,05 | 3 ,01 | 2006 | 6948 | [illegible] |
| P. M. III. | 379 | 1362 | 3,60 | 1 ,90 | 1935 | 4532 | [illegible] |
| P. M. IV. | 729 | 5350 | 7,34 | 2 ,71 | 2081 | 4541 | [illegible] |
| P. M. V. | 272 | 3378 | 12,42 | 3 ,52 | 1242 | [illegible] | [illegible] |
| Summe.. | 2199 | 16290 | 7,45 | 2 ,73 | 7852 | [illegible] | [illegible] |
| Nur II, III, IV. | 1605 | 11212 | 6,99 | 2 ,64 | | | |

Beschränken wir uns

fundenen Resultate zusammen, so erhalten wir die folgende

**APITULATION.**

| Signale. | | | | Ablesung. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| heiler. | Quadrat-summe. | $m_2^2$ | $m_2$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_3^2$ | $m_3$ | Theiler. | Quadrat-summe. | $m_4^2$ | $m_4$ |
| 985 | 1525 | 1,55 | ± 1",16 | 40168 | 2198 | 0,055 | ± 0",25 | 4870 | 1184 | 0,24 | ± 0",49 |
| 619 | 1557 | 2,16 | 1 ,47 | 49110 | 2251 | 0,045 | 0 ,21 | 4685 | 3918 | 0,84 | 0 ,92 |
| 62 | 192 | 3,97 | 1 ,99 | 46116 | 6852 | 0,148 | 0 ,38 | 6651 | 26309 | 3,97 | 1 ,99 |
| 681 | 1529 | 2,25 | ± 1",50 | 95226 | 9085 | 0,095 | ± 0",31 | 11516 | 30227 | 2,67 | ± 1",63 |
| 549 | 5826 | 16,60 | ± 4",07 | 568 | 1449 | 2,55 | ± 1",60 | 568 | 1449 | 2,55 | ± 1",60 |
| 1915 | 6628 | 3,46 | 1 ,86 | 19512 | 18854 | 0,97 | 0 ,98 | 2006 | 1167 | 0,58 | 0 ,76 |
| 1164 | 2625 | 2,25 | 1 ,50 | 20126 | 15607 | 0,78 | 0 ,88 | 1935 | 19828 | 10,24 | 3 ,20 |
| 1640 | 4236 | 2,58 | 1 ,61 | 20310 | 16411 | 0,81 | 0 ,90 | 2052 | 1272 | 0,62 | 0 ,79 |
| 904 | 2113 | 2,34 | 1 ,53 | 15408 | 22778 | 1,48 | 1 ,22 | 1071 | 1269 | 1,19 | 1 ,09 |
| 6172 | 19426 | 3,15 | ± 1",77 | 75924 | 75099 | 0,99 | ± 0",99 | 7632 | 24985 | 3,27 | ± 1",81 |

inen Unterschied, so haben wir die unten stehende

**APITULATION.**

gnale gemischt.

| $m_2$ | $m_1^2 - m_2^2$ | Sign.-Heliotr. | | $m_1^2 - m_2^2$ | | Aus (VV) $m^2$ | $^1/_4 m^2_1$ | Unter-schied. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $m_1^2$ | $m_2^2$ | Heliotr. | Signale. | | | |
| 0",91 | 1,06 | 1,55 | 0,65 | 0,87 | 1,77 | 0,95 | 0,47 | 0,46 |
| 1 ,05 | 1,50 | 1,84 | 1,26 | 1,34 | 1,92 | 1,51 | 0,64 | 0,87 |
| 1 ,46 | 1,51 | -0,57 | 1,85 | 1,52 | -0,70 | 1,79 | 0,91 | 0,88 |
| ,50 | 1,45 | 1,05 | 0,59 | 1,56 | 1,80 | 1,66 | 0,78 | 0,88 |
| 1 ,62 | -1,77 | .... | 12,02 | .... | .... | .... | .... | .... |
| ,86 | 5,59 | .... | -0,06 | .... | 5,59 | 16,95 | 2,26 | 14,69 |
| ,55 | 1,26 | 0,17 | -0,25 | 1,06 | 1,46 | 5,99 | 0,90 | 5,09 |
| ,48 | 5,16 | 6,51 | 1,89 | 1,00 | 5,62 | 5,47 | 1,84 | 3,63 |
| ,63 | 9,76 | -1,46 | -1,18 | 9,89 | 9,61 | | | |
| ,72 | 5,11 | 3,32 | 0,50 | 2,78 | 4,84 | 5,68 | 1,75 | 3,93 |

Endresultate, so haben wir die

## VIERTE RECAPITULATION.

| | m | $m_1$ | $m_2$ | $m_3$ | $m_4$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Repsold 12 z. | ± 0",95 | ± 1",57 | ± 0",91 | ± 0",25 | ± 0",49 |
| Gross. P. M. 10 z. | 1 ,29 | 1 ,77 | 1 ,50 | 0 ,51 | 1 ,65 |
| P. M. 8 z. | 2 ,58 | 2 ,64 | 1 ,65 | 0 ,99 | 1 ,81 |

Und alle diese Zahlen führen uns zu den folgenden Schlüssen:

*a.* Bei den 12 und 10-zölligen Instrumenten geben die Heliotrope durchgängig bessere Resultate als die Signale. Der Gebrauch von Bambus-Signalen scheint an und für sich eine zukommende Unsicherheit von etwa ± 1" verursacht zu haben.

*b.* Der m. Fehler des einmaligen Richtens und Ablesens wird grösser gefunden, wenn man Fernrohr (resp. Objectiv) rechts bei links, als wenn man rechts bei rechts und links bei links vergleicht. Vernachlässigte Neigung der Horizontal-Achse kann hier nicht die Schuld tragen, denn auf diese wurde immer scharf Rücksicht genommen. Vielleicht ist hier eine geringe Beweglichkeit des ganzen Instruments im Spiel, welche mehr hervortritt, sobald man die Lage des Fernrohrs ändert, als so lange diese Lage dieselbe bleibt. Oder auch kann der Beobachter, indem er ein Signal oder Heliotrop, in die Mitte des Faden-Rechtecks, im Felde bringt, je nach der Sichtbarkeit oder Helligkeit, eine andere Auffassung haben und somit kann jedesmal ein anderer Collimationsfehler *c* entstehen. Man erinnere sich nämlich, dan $m_4$ aus dem Mangel der Gleichheit der verschiedenen *c* bestimmt worden ist.

*c.* Vergleicht man $m_1$ oder lieber $m_2$ mit m, so sieht man, dass für die grösseren Instrumente m nahezu $= m_2$ war, obwohl m eigentlich $= \frac{1}{2}\, m_2$ sein sollte, weil ja jede einzelne, bei der Stations-Ausgleichung angewendete Richtung aus zwei Einstellungen und Ablesungen bei Fernrohr (resp. Objectiv) rechts und zwei bei F. links abgeleitet war. Dies kann eine Folge der Theilungsfehler sein.

*d.* Wäre die verticale Achse vollkommen rund, und schlösse die Büchse, welche den Obertheil des Instruments dreht, vollkommen um diese Achse, so würde $m_4 = \frac{1}{2}\, m_3$ sein, indem jedesmal zwei Theilstriche je zweimal abgelesen wurden. Der Unterschied, der mitunter sehr gross war, muss dem Spielraum zwischen Achse und Büchse, und vielleicht auch einem Mangel an vollkommene Rundheit der Achse, allenfalls einer veränderlichen Excentricität des horizontalen Kreises zugeschrieben werden.

*e.* Die grosse Differenz von $m_2^2$, Signale — Heliotrope, bei P. M. I muss daran zugeschrieben werden, dass die Herren de Lange im Jahre 1854 bei dem Anfang der Triangulation, noch nicht die später angenommene doppelte Kegelform der Signale angenommen hatten. Im Anfange waren diese nämlich cylindrisch und boten dieselben also dem Winde eine grosse Oberfläche da. Die doppelte Kegelform wurde erst später angenommen. Die Zahl 12,02 ist bei der weiteren Rechnung ausgeschlossen worden.

## § 10. Genäherte Bestimmung des mittleren Krümmungshalbmessers der Erde für die mittlere Breite Java's, aus dem sphärischen Excesse des Vielecks, in welchem das primäre Dreiecknetz eingeschlossen ist.

---

Die seit Eratosthenes gebräuchliche Weise den Halbmesser der Erde zu bestimmen, ist bekanntlich diese, dass man, mittelbar oder unmittelbar, die Länge eines Meridianbogens in einem bekannten Längemaasse misst, und zu gleicher Zeit durch astronomische Beobachtungen die Polhöhen, also auch den Polhöhen-Unterschied der beiden Endpunkte dieses Bogens bestimmt.

Man kann sich aber den Fall denken, dass die Erd-Atmosphäre so undurchsichtig wäre, dass die Gestirne fortwährend für uns unsichtbar blieben, und man also genöthigt wäre sich nach anderen Hülfsmitteln umzusehen, um die Gestalt und Grösse des Erdkörpers zu ermitteln.

Der sphärische Excess, nicht nur eines sphärischen Dreiecks, sondern jedes sphärischen Vielecks, wird aus dessen Inhalt und dem Halbmesser der Kugel durch die Formel

$$\varepsilon = \frac{I}{R^2} \times 206\,264'',8$$

gefunden. Wäre also R unbekannt, dagegen $\varepsilon$ mit vieler Sorgfalt gemessen, so würde R durch die Formel

$$R = 454,1658 \sqrt{\frac{I}{\varepsilon}}$$

berechnet werden können.

Das primäre Dreiecknetz von Java wird von einem 66-Eck eingeschlossen, dessen Seiten im Mittel 41 Kilometer messen; es besteht weiter aus 128 Dreiecken, deren Inhalte bereits genähert bekannt waren, weil ja diese Kenntniss für die Bestimmung der sphärischen Excesse, behufs der Netz-Ausgleichung nöthig war. Bei der Berechnung dieser Inhalte war aber die Krümmung der Erde ausser Acht gelassen worden.

Es sind aber S. 78—111, die Log. der Seiten-Sinus und die Additamente in sieben Decimalstellen berechnet worden, so dass es also wenig Mühe kostete, die doppelten Inhalte der sphärischen Dreiecke nochmals, ebenfalls in sieben Decimalstellen, nach der Formel

$$\log 2\,I = l.\sin a + l.\sin b + l.\sin C + \tfrac{1}{3}\,(\text{add. } a + \text{add. } b + \text{add. } c).$$

zu ermitteln, in welcher also die Krümmung der Erdoberfläche berücksichtigt worden ist. Durch Addirung wurde dann für den Inhalt des ganzen Vielecks gefunden

94896 Quadratkilometer, **

während sich der sphärische Excess desselben Vielecks durch Addirung der Polygonswinkel zu

485",08 ***

ergab.

Durch die oben gegebene Formel wurde hieraus abgeleitet

$$R = 6572{,}8 \text{ Kilometer},$$

was, nach den Bessel'schen Dimensionen des Erdsphäroids, für eine geogr. Breite = 7°21' (das ar. Mittel der Breiten aller Dreieckspunkte ersten Ordnung)

6556,8

sein sollte.

Der sphärische Excess des Vielecks hat also 16 Kilometer, d. h. $\frac{1}{400}$ des Ganzen, zu viel gegeben, was zufälligerweise noch günstiger ist als zu erwarten war. Der wahrscheinliche Fehler des sphärischen Excesses war nämlich etwa

$$= \pm\ 0{,}6745 \times 1'',1\sqrt{66} = \pm\ 6'',05$$

also $\frac{1}{80}$ der Ganzen, so dass der w. Fehler des Halbmessers $\frac{1}{160}$ des Ganzen beträgt. ****

---

* Diese Formel wird so abgeleitet: Man hat bekanntlich die ganz strenge Formel

$$\sin\frac{\varepsilon}{2} = 2\sin\frac{\alpha}{2}\sin\frac{\beta}{2}\sin\frac{\gamma}{2}\frac{\sin C}{\sin\gamma},$$

(Helmert. Die mathematischen und physikalischen Theorien der höheren Geodäsie, I, 86). Nun ist

$$\text{l.}\sin\frac{\alpha}{2} = \text{l.}\frac{\alpha}{2} - \frac{1}{4}\text{ add. }\alpha,$$

$$\text{l.}\sin\frac{\beta}{2} = \text{l.}\frac{\beta}{2} - \frac{1}{4}\text{ add. }\beta,$$

$$\text{l.}\sin\frac{\gamma}{2} = \text{l.}\frac{\gamma}{2} - \frac{1}{4}\text{ add. }\gamma,$$

$$\text{l.}\sin\gamma = \text{l.}\gamma - \text{ add. }\gamma,$$

also

$$\text{l. } \frac{\sin \frac{\gamma}{2}}{\sin \gamma} = \text{l. } \frac{1}{2} + \frac{3}{4} \text{ add. } \alpha;$$

ebenso

$$\text{l. sin. } \frac{\alpha}{2} = \text{l. sin } \alpha + \text{l. } \frac{1}{2} + \frac{3}{4} \text{ add. } \alpha,$$

$$\text{l. sin. } \frac{\beta}{2} = \text{l. sin } \beta + \text{l. } \frac{1}{2} + \frac{3}{4} \text{ add. } \beta$$

Es ist weiter

$$\text{l. R} + \text{l. sin } \alpha = \text{log sin Seite } a,$$
$$\text{l. R} + \text{l. sin } \beta = \text{log sin Seite } b.$$

Bemerkt man nun noch, dass

$$I = R^2 \sin \varepsilon = 2 R^2 \sin \frac{\varepsilon}{2} + \ldots.$$

wo nur ein Glied sechster Ordnung vernachlässigt wird, so findet man die gegebene Formel unmittelbar.

** Die berechneten doppelten Inhalte waren die folgenden:

| N°. | | N°. | | N°. | | N°. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 684,278 | 24 | 1785,900 | 41 | 893,252 | 65 | 3267,765 |
| 2 | 1107,815 | 25 | 1312,425 | 44 | 2737,156 | 66 | 2514,227 |
| 3 | 1271,330 | | | 45 | 2485,317 | 67 | 2537,040 |
| 4 | 1076,085 | 26 | 1133,755 | 46 | 1957,019 | 68 | 3465,122 |
| 5 | 648,008 | 27 | 347,630 | 47 | 2178,569 | 69 | 1610,026 |
| 7 | 2094,537 | 28 | 547,247 | | | 71 | 3030,085 |
| 8 | 1348,546 | 29 | 820,005 | 48 | 568,888 | 72 | 1105,626 |
| 10 | 866,946 | 30 | 1131,277 | 49 | 1459,742 | 73 | 1002,040 |
| 14 | 2272,331 | 33 | 1931,529 | 50 | 1616,745 | | |
| 15 | 1844,352 | 36 | 2948,330 | 52 | 2648,495 | 79 | 1480,395 |
| 16 | 1076,195 | 37 | 1289,821 | 54 | 818,728 | 81 | 2048,261 |
| 19 | 2156,164 | 38 | 1088,792 | 57 | 1829,280 | 84 | 815,627 |
| 21 | 648,697 | 39 | 724,833 | 59 | 723,254 | 85 | 1858,017 |
| 23 | 1796,225 | 40 | 502,295 | 61 | 6217,686 | 86 | 1276,657 |

| N°. | | N°. | | N°. | | N°. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 88 | 708,079 | 116 | 2481,071 | 137 | 1707,966 | 165 | 1210,581 |
| 90 | 1585,405 | 117 | 1544,024 | 139 | 1105,092 | 166 | 1061,297 |
| 91 | 777,491 | 118 | 765,626 | 141 | 1415,686 | | |
| 92 | 1759,456 | 119 | 490,528 | 143 | 665,785 | 167 | 918,998 |
| 93 | 2945,591 | 120 | 817,558 | 145 | 766,596 | 169 | 809,748 |
| 94 | 5240,759 | 121 | 1262,866 | | | 172 | 126,118 |
| 95 | 1555,118 | 122 | 1551,578 | 146 | 925,681 | 174 | 1272,751 |
| 96 | 1725,108 | 123 | 1585,925 | 147 | 909,984 | 175 | 1520,667 |
| 97 | 1515,610 | | | 148 | 754,297 | 176 | 690,562 |
| 100 | 2141,449 | 124 | 1501,255 | 149 | 682,927 | 177 | 774,267 |
| 102 | 702,955 | 125 | 5714,021 | 150 | 709,722 | 180 | 1481,028 |
| | | 126 | 2192,715 | 151 | 716,765 | 182 | 1085,572 |
| 103 | 1975,681 | 127 | 2402,786 | 152 | 1617,272 | 183 | 96,296 |
| 106 | 2894,181 | 128 | 1151,712 | 153 | 1854,581 | 184 | 900,589 |
| 109 | 1188,461 | 129 | 654,270 | 154 | 541,456 | 186 | 1498,721 |
| 110 | 960,175 | 132 | 771,159 | 155 | 1194,471 | 190 | 820,612 |
| 112 | 2595,128 | 133 | 750,887 | 159 | 529,818 | 194 | 1454,081 |
| 113 | 2751,975 | 134 | 1654,159 | 160 | 520,085 | 196 | 1669,115 |
| 114 | 2996,810 | 135 | 994,8875 | 162 | 798,765 | 197 | 1555,555 |
| 115 | 2986,571 | 136 | 1766,626 | 163 | 765,575 | | |

| | Doppelter Inhalt: |
|---|---|
| N° 1 bis 25, 16 Dreiecke: | 22 190,070 |
| « 26 « 47, « « | 22 754,795 |
| « 48 « 75, « « | 56 414,745 |
| « 79 « 102, « « | 26 071,916 |
| « 103 « 123, « « | 28 599,754 |
| « 124 « 145, « « | 25 155,601 |
| « 146 « 166, « « | 14 592,875 |
| « 167 « 197, « « | 16 254,259 |

Summe: 128 Dreiecke: 189 792,015

2

Inhalt des Vielecks: 94 896,0075 Km².

*** Die gemessenen Polygonswinkel sind die folgenden:

| | | Gemessen. | Ausgeglichen. | Correction. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Batoehideung | 140° 24′ 44″,29 | 44″,15 | — 0″,16 |
| 2 | Karang | 270 19 51 ,85 | 51 ,07 | — 0 ,78 |
| 3 | Sangéan | 69 32 20 ,52 | 19 ,95 | — 0 ,57 |
| 4 | Gedé | 125 54 18 ,24 | 17 ,71 | — 0 ,53 |
| 5 | Dago | 207 49 56 ,37 | 58 ,71 | + 2 ,34 |
| 6 | Poetri | 171 54 43 ,84 | 45 ,27 | + 1 ,43 |
| 7 | Sangaboewana I | 172 55 49 ,43 | 49 ,36 | — 0 ,07 |
| 8 | Boerangrang | 210 9 54 ,52 | 52 ,88 | — 1 ,64 |
| 9 | Tampomas II. | 182 15 58 ,61 | 59 ,01 | + 0 ,40 |
| 10 | Kromon | 95 24 12 ,45 | 13 ,72 | + 1 ,27 |
| | | 1646° 41′ 50″,12 | 51″,81 | + 1 ,69 |
| 11 | Tjerimai IV. | 257° 13′ 58″,46 | 57″,72 | — 0″,74 |
| 12 | Slamat III | 207 58 35 ,59 | 35 ,84 | + 0 ,25 |
| 13 | Prahoe | 209 35 57 ,13 | 57″,95 | + 0 ,82 |
| 14 | Tembok | 171 16 2 ,99 | 3 ,18 | + 0 ,19 |
| 15 | Morodemak | 199 40 28 ,84 | 29 ,43 | + 0 ,59 |
| 16 | Genook | 101 44 58 ,18 | 58 ,75 | + 0 ,57 |
| 17 | Boetak | 187 56 59 ,75 | 57 ,98 | — 1 ,77 |
| 18 | Toenggangan | 229 53 51 ,14 | 53 ,49 | + 2 ,35 |
| 19 | Patjakaran | 156 16 56 ,48 | 58 ,70 | + 2 ,22 |
| 20 | Dradjat. | 169 26 1 ,13 | 2 ,66 | + 1 ,53 |
| | | 1871° 3′ 27″,69 | 33″,70 | + 6″,01 |
| 21 | Banjoelegi | 187° 30′ 45″,65 | 46″,34 | + 0″,69 |
| 22 | Bangsri | 174 14 39 ,30 | 41 ,65 | + 2 ,35 |
| 23 | Rantja | 179 17 38 ,43 | 39 ,10 | + 0 ,67 |
| 24 | Tamboeko | 210 2 22 ,42 | 22 ,74 | + 0 ,32 |
| 25 | Boeroean | 135 36 33 ,67 | 33 ,56 | — 0 ,11 |
| 26 | Gilian | 45 19 57 ,47 | 57 ,43 | — 0 ,04 |
| 27 | Lagoendi | 177 14 56 ,17 | 56 ,21 | + 0 ,04 |
| 28 | Djoemiang | 151 24 51 ,90 | 52 ,06 | + 0 ,16 |
| 29 | Madoe | 173 7 24 ,80 | 25 ,00 | + 0 ,20 |
| 30 | Seléret. | 280 13 52 ,23 | 52 ,66 | + 0 ,43 |
| | | 1716° 3′ 2″,04 | 6 ,73 | + 4 ,69 |

| | | Gemessen. | | | Ausgeglichen. | Correction. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 31 | Pasoeroean | 246° | 55′ | 1″,52 | 0″,52 | — 1″,20 |
| 32 | Semonkron | 205 | 45 | 2 ,98 | 4 ,84 | + 1 ,86 |
| 33 | Poelo Ketapang | 170 | 17 | 56 ,91 | 56 ,86 | — 0 ,05 |
| 34 | Loeroes | 205 | 18 | 51 ,41 | 49 ,27 | — 2 ,14 |
| 35 | Kaliasin | 151 | 50 | 28 ,82 | 50 ,57 | + 1 ,75 |
| 36 | Baloeran | 127 | 22 | 55 ,65 | 54 ,89 | + 1 ,24 |
| 37 | Tandjong Pakem | 175 | 42 | 25 ,55 | 24 ,69 | — 0 ,64 |
| 38 | Ikan | 156 | 55 | 52 ,68 | 52 ,84 | + 0 ,16 |
| 39 | Degong | 85 | 41 | 59 ,27 | 59 ,78 | + 0 ,51 |
| 40 | Lemboe | 200 | 59 | 47 ,50 | 47 ,86 | + 0 ,56 |
| | | 1685 | 49 | 59 ,87 | 41 ,92 | + 2 ,05 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 41 | Majang | 268° | 55′ | 56″,57 | 55″,54 | — 1″,25 |
| 42 | Rika | 78 | 54 | 59 ,45 | 59 ,69 | + 0 ,24 |
| 43 | Bèsèh | 162 | 41 | 6 ,61 | 7 ,89 | + 1 ,28 |
| 44 | Pakem | 227 | 55 | 25 ,11 | 25 ,45 | + 0 ,52 |
| 45 | Argowoelan | 218 | 6 | 18 ,99 | 19 ,20 | + 0 ,21 |
| 46 | Ketjiri | 187 | 16 | 44 ,20 | 45 ,26 | — 0 ,94 |
| 47 | Ronggo | 185 | 57 | 2 ,58 | 1 ,98 | — 0 ,60 |
| 48 | Slamat | 141 | 56 | 25 ,15 | 22 ,59 | — 0 ,74 |
| 49 | Gèbang | 171 | 24 | 2 ,42 | 1 ,76 | — 0 ,66 |
| 50 | Sengoengloeng | 188 | 51 | 9 ,58 | 9 ,60 | + 0 ,22 |
| | | 1851° | 16′ | 48″,44 | 46″,54 | — 1″,90 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 51 | Gambiranom | 156° | 54′ | 56″,62 | 55″,89 | — 0″,75 |
| 52 | Nglanggran | 215 | 7 | 26 ,99 | 25 ,69 | — 1 ,50 |
| 53 | Gepak | 155 | 44 | 54 ,52 | 54 ,21 | — 0 ,11 |
| 54 | Kembang | 250 | 45 | 50 ,57 | 50 ,80 | + 0 ,45 |
| 55 | Ardjoeno | 170 | 44 | 47 ,48 | 46 ,87 | — 0 ,61 |
| 56 | Tjemiring | 148 | 55 | 52 ,75 | 52 ,52 | — 0 ,25 |
| 57 | Bongkok | 215 | 45 | 26 ,94 | 27 ,72 | + 0 ,78 |
| 58 | Pogor III | 194 | 8 | 9 ,94 | 10 ,12 | + 0 ,18 |
| 59 | Pogor II. | 129 | 59 | 8 ,45 | 9 ,56 | + 0 ,95 |
| 60 | Tjiboentoe | 201 | 9 | 54 ,82 | 52 ,84 | — 1 ,98 |
| | | 1794° | 55′ | 48″,66 | 46 ,02 | — 2 ,64 |

| | | Gemessen. | Ausgeglichen. | Correction. |
|---|---|---|---|---|
| 61 | Tjikakap | 144° 13′ 21″,83 | 20″,59 | — 1″,24 |
| 62 | Patat | 228 30 14 ,47 | 13 ,82 | — 0 ,65 |
| 63 | Nangka | 117 8 59 ,35 | 58 ,09 | — 1 ,26 |
| 64 | Klandong | 250 29 8 ,19 | 6 ,28 | — 1 ,91 |
| 65 | Tindjil | 120 40 20 ,27 | 18 ,07 | — 2 ,20 |
| 66 | Hondjej | 115 17 22 ,15 | 20 ,80 | — 1 ,35 |
| | | 976° 19′ 26″,26 | 17″,65 | — 8″,61 |

| | Gemessen. | Ausgeglichen. | Correction. |
|---|---|---|---|
| N° 1—10 | 1646° 41′ 50″,12 | 51″,81 | + 1″,69 |
| « 11—20 | 1871 3 27 ,69 | 33 ,70 | + 6 ,01 |
| « 21—30 | 1716 3 2 ,04 | 6 ,73 | + 4 ,69 |
| « 31—40 | 1683 49 39 ,87 | 41 ,92 | + 2 ,05 |
| « 41—50 | 1851 16 48 ,44 | 46 ,54 | — 1 ,90 |
| « 51—60 | 1794 55 48 ,66 | 46 ,02 | — 2 ,64 |
| « 61—66 | 976 19 26 ,26 | 17 ,65 | — 8 ,61 |
| | 11520° 8′ 5″,08 | 4″,57 | + 1″,29 |

$$64 \times 180^\circ = 11520$$

$$\varepsilon = 0^\circ\ 8'\ 5'',08 \qquad 8'\ 4'',57$$

Die Addition der sphärischen Excesse, wie diese im Texte benutzt worden sind, (mit zwei Decimalstellen,) giebt 8′ 4″,55. Wird überall die dritte Stelle auch angesetzt, so wird die Summe 8′ 4″,418, also nur um 0″,048 verschieden von der Summe der Polygonswinkel, nach der Verbesserung für Ausgleichung.

---

**** Ich habe noch untersucht, welches Resultat man erhalten würde, wenn ein ganzer Welttheil, nämlich Afrika, triangulirt wäre, und man auf diese Triangulation dieselbe Rechenweise anwenden wollte. Es versteht sich, dass hier von der Veränderlichkeit des mittleren Krümmungshalbmessers mit der geographischen Breite abgesehen wurde.

Nehmen wir die Oberfläche Afrika's = 29 000 000 Quadrat-Kilometer, wie ich selbst gefunden habe, indem ich die Karte dieses Welttheils in Andree's Atlas zu Grunde legte; die Küstenlänge = 25 300 Kilometer; setzt man also die mittlere Länge der Seiten des Vielecks = 41 Kilometer, so

würde das Vieleck 617 Seiten haben; der wahrscheinliche Fehler der Summe der Polygonswinkel, also des sphärischen Excesses, würde etwa

$$0{,}6745 \times 1'',1 \times \sqrt{617} = 18'',45$$

betragen. Für ganz Afrika würde aber

$$R^2 = 404\,487\,50 \text{ kM}^2.$$

sein, und also

$$\varepsilon = \frac{1}{R^2 \sin 1''} = 147\,885'' \quad (41^\circ\ 4'\ 45'').$$

Der wahrscheinliche Fehler des Krümmungshalbmessers würde dann

$$= \frac{18'',45}{295766} = \frac{1}{16048}$$

des Ganzen, also etwa $^1/_4$ Kilometer, betragen. Die Triangulation eines Polar-Continents würde, falls dieser bestände, auf dieselbe Weise wie die Triangulation Afrika's bearbeitet, einen grösseren Krümmungshalbmesser geben, und so würde auch die Abplattung, wiewohl nicht mit grosser Sicherheit, abgeleitet werden können.

## § 11. Die Längen und Breiten der Punkte erster Ordnung.

Um diesen Bericht über die Triangulation erster Ordnung zu vervollständigen, werden wir noch das Verzeichniss der Längen und Breiten der Dreieckspunkte hinzufügen.

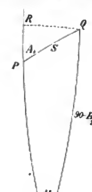
Bei der Berechnung derselben, wie auch der Azimuthe, ist von der von Herrn Ingenieur Soeters sehr sorgfältig ausgeführten Breiten- und Azimuth-Bestimmung auf dem Standpunkte Genoek ausgegangen, und ist die Länge des damaligen Zeitsignals zu Batavia, welches von jeher als der Ausgangspunkt der Längen in dem Ost-Indischen Archipel gedient hat, $= 0° \ 0' \ 0'',000$ angenommen worden.

Es mussten also von Punkt zu Punkt die Breiten und Längen berechnet werden. Dafür ist ein System einfacher Formeln benutzt worden, welches, wie gezeigt werden wird, für die wirklich vorkommenden Fälle eine hinreichende Genauigkeit gestattet.

Dasselbe habe ich abgeleitet in der Ueberzeugung, dass, wenn die alte Methode der Projection vom Ellipsoid auf eine berührende Kugel auf rationelle Weise angewandt wird, die begangenen Fehler unmöglich von einer praktischen Bedeutung sein können.

Es sei gegeben die südliche geographische Breite eines Standpunktes $P = B_1$, das Azimuth, eines anvisirten Punktes $Q$, vom Norden ostwärts gezählt, $= A_1$, dessen Entfernung $= S$ Meter; es werden gefragt die südliche Breite dieses Punktes, der Länge-Unterschied mit $P$, und das gegenseitige Azimuth.

Zur Bestimmung des Längen-Unterschiedes auf dem Ellipsoid, projicire man erst die Seite auf eine Kugel, welche das Ellipsoid längs der Parallelle des anvisirten Punktes $Q$ berührt. Der Halbmesser dieser Kugel ist die Normale dieses Punktes bis zur kurzen Achse der Erde, $N_2$. Die Projection, auf diese Kugel, des ellipsoidischen Bogens $S$ ist bekanntlich von diesem Bogen nur um eine Grösse vierter Ordnung verschieden, welche bei jeder Triangulation, wo die Rechnung nicht mehr als siebenstellig geführt wird, vernachlässigt werden darf.




Die Sinusregel giebt nur gleich

$$Sin \ dL = Sin \ (S) \ Sec \ B_2 \ Sin \ A_1.$$

Es ist aber nach der Maskelyne'schen Formel

$$Sin \ x = x \ Arc \ 1'' \ Cos^{1/3} \ x,$$

also

$$dL = (S) \ Sin \ A_1 \ Sec \ B_2 \ \frac{Cos^{1/3} \ (S)}{Cos^{1/3} \ dL}.$$

Der letzte Factor ist der Einheit sehr nahe, und kann vereinfacht werden; weil nämlich in dem rechtwinkligen sphärischen Dreieck $P\,R\,Q$

$$\begin{aligned} Cos\ (S) &= Cos\ R\,P\ Cos\ R\,Q \\ &= Cos\ d\,B\ Cos\ (d\,L\ Cos\ B_2) \end{aligned}$$

und $\frac{Cos^{1/2}\,(d\,L\ Cos\ B_2)}{Cos^{1/2}\ d\,L} = Cos^{1/2}\ (d\,L\ Sin\ B_2)$ sehr nahe $= Cos^{1/2}\ \alpha$ (siehe folgende Seite,) ist, welche Grösse aber für Java so gut wie immer der Einheit gleich genommen werden kann, so ist

$$d\,L = (S)\ Sin\ A_1\ Sec\ B_2\ Cos^{1/2}\ d\,B\ Sec^{1/2}\ \alpha.$$

Für die Berechnung mit sieben Decimalstellen wird nun die Function

$$f\ (x) = \tfrac{1}{2}\ log\ Sec\ x$$

in Einheiten der siebenten Stelle in eine Tafel gebracht.

Es ist alsdann

$$\begin{aligned} log\ d\,L &= log\ (S)\ Sin\ A_1\ Sec\ B_2 - f\ (d\,B) + f\ (\alpha). \\ &= log\ S + log\ \frac{1}{N_1\ Arc\ 1''} + log\ Sin\ A_1 + log\ Sec\ B_2 - f\ (dB) + f\ (\alpha). \end{aligned}$$

In den Rechenformularen war das letzte Glied, welches wegen der geringen Breite Java's fast immer kleiner als eine Einheit der siebenten Decimalstelle war, weggelassen.

---

Für die Berechnung der Meridianconvergenz und des Breiten-Unterschiedes wird die Kugel benutzt, welche das Ellipsoid auf halbem Wege zwischen $P$ und $Q$ berührt. Auf diese Kugel, welcher Halbmesser wir $N_m$ nennen werden, wird $PQ$ projicirt. Die Aenderungen, welche $A_1$ und $A_2$ hierdurch untergehen, sind unmerkbar. Er ist in jedem sphärischen Dreieck nach einer der Neper'schen Analogien:

$$Cot\ \tfrac{1}{2}\ (A + B) = \frac{Cos\ \frac{1}{2}\ (a + b)}{Cos\ \frac{1}{2}\ (a - b)}\ Tang\ \tfrac{1}{2}\ C.$$

Wendet man diese Formel auf das Dreieck $P\,Q\,C$ an, so ist

$$\begin{aligned} A &= 180^\circ - A_1, \\ B &= A_2 - 180^\circ, \\ A + B &= A_2 - A_1 = 180^\circ - \alpha, \\ \tfrac{1}{2}\ (A + B) &= 90^\circ - \tfrac{1}{2}\ \alpha, \\ \tfrac{1}{2}\ (A - B) &= 90^\circ - A_1 + \tfrac{1}{2}\ \alpha = 90^\circ - A_m, \\ \tfrac{1}{2}\ (a + b) &= 90^\circ - B_m, \\ \tfrac{1}{2}\ (a - b) &= \tfrac{1}{2}\ d\,B, \end{aligned}$$

wodurch unsere Formel in

$$Tang\ \tfrac{1}{2}\ \alpha = \frac{Sin\ B_m}{Cos\ \frac{1}{2}\ d\,B}\ Tang\ \tfrac{1}{2}\ d\,L$$

übergeht, aus welcher Formel leicht abgeleitet wird:

$$\alpha = d\,L\ Sin\ B_m\ Sec^{1/6}\ d\,L\ Sec^{1/6}\ d\,B\ Cos^{1/6}\ \alpha,$$

also

$$log\ \alpha = log\ d\,L + log\ Sin\ B_m + \tfrac{3}{4}\ f\ (d\,B) + \tfrac{1}{2}\ f\ (d\,L) - \tfrac{1}{2}\ f\ (\alpha)$$

Man hat ebenso nach einer anderen Neper'schen Formel:

$$Tang\ \tfrac{1}{2}\ (a - b) = \frac{Sin\ \frac{1}{2}\ (A - B)}{Sin\ \frac{1}{2}\ (A + B)}\ Tang\ \tfrac{1}{2}\ c,$$

d. h.

$$Tang\ \tfrac{1}{2}\ d\,B = \frac{Cos\ A_m}{Cos\ \frac{1}{2}\ \alpha}\ Tang\ \tfrac{1}{2}\ PQ.$$

$$\begin{aligned} d\,B\ Sec^{1/6}\ d\,B &= PQ\ Sec^{1/6}\ PQ\ Cos\ A_m\ Sec\ \tfrac{1}{2}\ \alpha, \\ d\,B &= PQ\ \frac{Sec^{1/6}\ PQ}{Sec^{1/6}\ d\,B}\ Cos\ A_m\ Sec^{1/6}\ \alpha, \\ &= PQ\ Cos\ A_m\ Sec^{1/6}\ (d\,L\ Cos\ B_2)\ Sec^{1/6}\ \alpha. \end{aligned}$$

$P\,Q$ ist auf dieser Kugel in Bogenmaass $= \frac{S}{N_m\ Arc\ 1''}$; der Breiten-Unterschied muss aber auf einer Kugel gemessen werden, welche $R_m$, den Krümmungshalbmesser des Meridians, zum Halbmesser hat. Die erhaltene Sekundenzahl muss also mit $\frac{N_m}{R_m}$ multiplicirt werden, so dass wir erhalten, (s. die vorige Seite:)

$$d\,B = \frac{S}{R_m\ Sin\ 1''}\ Cos\ A_m\ Sec^{1/6}\ d\,L\ Sec^{1/6}\ \alpha.$$

also

$$log\ d\,B = log\ S + log\ \frac{1}{R_m\ Sin\ 1''} + log\ Cos\ A_m + \tfrac{1}{2}\ f\ (d\,L) + \tfrac{5}{4}\ f\ (\alpha).$$

Die hier vernachlässigte sphäroidische Glieder sind bekanntlich auch wieder von der vierten Ordnung, und zwar von der Form $e^2\,(S)^3$, $\big((S)$ in Theilen des Halbmessers,$\big)$ und können, wie man sich leicht überzeugen kann, bei einer Triangulation vernachlässigt werden. Noch mehr ist dies bei der Berechnung der Meridianconvergenz $\alpha$ der Fall, wo nach dem Dalby'schen Satze, (Helmert I, 150,) das sphäroidische Glied von der fünften Ordnung $e^4\ S^3$ ist.

Für die geläufige Berechnung dieser Längen-Unterschiede und Breiten wurden zwei Tafeln benutzt, welche enthielten:

$$\mathrm{I} = \frac{1}{R\ Arc\ 1''}\ \text{ und }\ \mathrm{II} = \frac{1}{N\ Arc\ 1''}.$$

Es bedeutet also

$$\mathrm{I}_m = \frac{1}{R_m\ Arc\ 1''}\ \text{ und }\ \mathrm{II}_m = \frac{1}{N_m\ Arc\ 1''},$$

$$\mathrm{II}_2 = \frac{1}{N_1 \, Arc\, 1''},$$

während für die genäherte Berechnung von $d\,B$, welche Grösse man gleich zu kennen braucht,

$$\mathrm{I} = \frac{1}{R_{?'\,12'} \, Arc\, 1''}$$

benutzt wird.

Das gesammte Formelnsystem lautet also, indem wir die von $f\,(\alpha)$ abhängigen Glieder weglassen, wie folgt:

$$\left.\begin{aligned} d\,B &= \mathrm{I}.\ S.\ Cos\ A_1, \\ B_2 &= B_1 - d\,B, \end{aligned}\right\} \text{(genähert)},$$

$$\begin{aligned}
log\ d\,L &= log\ \mathrm{II}_2\ S\ Sin\ A_1\ Sec\ B_2 - f\,(d\,B), \\
L_2 &= L + d\,L, \\
log\ \alpha &= log\ d\,L\ Sin\ B_m + \tfrac{2}{3}\ f\,(d\,B) + \tfrac{1}{2}\ f\,(d\,L), \\
A_2 &= 180^\circ + A_1 - \alpha,
\end{aligned}$$

und nun endgültig:

$$\begin{aligned}
log\ d\,B &= log\ \mathrm{I}_m\ S\ Cos\ A_m + \tfrac{1}{2}\ f\,(d\,L), \\
B_2 &= B_1 - d\,B.
\end{aligned}$$

Die genäherte Rechnung von $d\,B$, wie auch fast immer die Berechnung von $log\ \alpha$, kann mit 5 Decimalstellen geführt werden.

Wo dies erforderlich ist, muss noch $log\ Sec\ B_2$ in der Berechnung von $d\,L$ verbessert werden.

Herr Prof. Schols hat für die Triangulation von Sumatra ein anderes Formelnsystem abgeleitet, indem er die Entfernungen, ebenso wie oben geschehen ist, als Verticalschnitte betrachtet, jedoch eine grössere Genauigkeit, grade in Rücksicht auf die sphäroidischen Glieder der vierten Ordnung bezweckt. Diese Formeln sind in dem für Rechnung des Ministeriums der Colonien im Jahre 1884 gedruckten Werke »*Geodetische formules en tafels, ten gebruike bij de Triangulatie van het eiland Sumatra*" publicirt worden. Für südliche Breite gelten die untenstehenden (a. a. O, S. 29,) in welchen ich, behufs der bequemeren Vergleichung, wo die Notation des Herrn Prof. Schols von der unsrigen abweicht, die unsrige substituirt habe.

$$\begin{aligned}
b_o &= [\mathrm{I}]\ S\ cos\ A_1, \\
log\ b &= log\ b_o + [\mathrm{III}]\ b_o + [\mathrm{IV}]\ (S\ sin\ A_1)^2 - [1]\ [2]\ b_o^2, \\
B' &= B_1 - b, \\
c_o &= [\mathrm{II}]\ S\ sin\ A_1, \\
log\ c &= log\ c_o - [1]\ b_o^2, \\
t_o &= c\ tang\ B', \\
\lambda_o &= c\ sec\ B', \\
log\ t &= log\ t_o - [1]\ \lambda_o^2, \\
log\ \lambda &= log\ \lambda_o - 2\ [1]\ t_o^2,
\end{aligned}$$

$$b' = [3]\, c\, t_0,$$
$$t' = [4]\, b\, c,$$
$$B_2 = B' - b',$$
$$L_2 = L_1 + \lambda,$$
$$A_2 = A_1 - t - t' \pm 180°.$$

In diesen Formeln ist:

$$[\mathrm{I}] = \frac{1}{R\ Arc\ 1''} \text{ für die Breite } B_1,$$
$$[\mathrm{II}] = \frac{1}{N\ Arc\ 1''} \text{ für die Breite } B_1,$$
$$[\mathrm{III}] = \tfrac{3}{4}\, M\, e^2\, 10^7\, Arc\ 1''\ Sin\ 2\, B,$$
$$[\mathrm{IV}] = \tfrac{1}{3}\, M \sqrt{1-e^2} \cdot \frac{1}{R^3}\, 10^7 \text{ für die Breite } B_1.$$

Für diese Grössen, deren die beiden ersten mit den unsrigen I und II identisch sind, sind in dem genannten Werke Tafeln * gegeben, welche aber, der Ausdehnung der Insel Sumatra in der Richtung Nord-Süd entsprechend, nur von 0° bis 6° reichen, während die von uns für Java berechneten Tafeln eben bei 6° anfangen und bei 9° endigen. Weiter ist

$$[1] = \tfrac{1}{6}\, M\, 10^7\, Arc^2\ 1'', \quad log\ [1] = 5{,}23078 - 10,$$
$$[2] = 3\, e^2\, Cos\ 2\, B_1, \quad log\ 3\, e^2 = 8{,}50153 - 10,$$
$$[3] = [4]\, \frac{N}{R} \text{ für die Breite } B',$$
$$[4] = \tfrac{1}{2}\, Arc\ 1'', \quad log\ [4] = 4{,}58454 - 10.$$

Es folgen nun hier die Hülfstafeln für die Coefficienten:

---

* Sämmtliche in diesem Werke vorkommende Tafeln, also auch diejenigen, welche sich auf »die conforme Ueberbringung und die Berechnungen in der flachen Ebene", und auf die »Polyeder-Projection" beziehen, sind von den Offizieren der Indischen Armee, Herrn Hauptmann, (jetzt Major,) H. D. H. Bosboom, und Premier-Lieutenant, (jetzt Hauptmann,) J. J. A. Müller berechnet worden, während sie sich in Niederland für die Triangulation von Sumatra vorbereiteten.

| | $\text{Log I} = \text{Log.}\ \frac{1}{R\ \text{Arc}\ 1''}$ | | | | | $\text{Log. II} = \text{Log}\ \frac{1}{N\ \text{Arc}\ 1''}$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | φ = 6° | | 7° | 8° | | 6° | | 7° | 8° |
| 0' | 8,5126 | 425,2 | 254,5 | 8,5126 | 058,1 | 8,5097 | 658,5 | 601,4 | 536,0 |
| 1 | | 422,6 | 251,4 | | 054,6 | | 657,5 | 600,4 | 534,8 |
| 2 | | 419,9 | 248,4 | | 051,1 | | 656,6 | 599,4 | 533,6 |
| 3 | | 417,3 | 245,3 | | 047,6 | | 655,7 | 598,4 | 532,5 |
| 4 | | 414,6 | 242,2 | | 044,1 | | 654,8 | 597,3 | 531,3 |
| 5 | | 412,0 | 239,1 | | 040,6 | | 653,9 | 596,3 | 530,1 |
| 6 | | 409,3 | 236,0 | | 037,0 | | 653,0 | 595,3 | 528,9 |
| 7 | | 406,6 | 232,9 | | 033,5 | | 652,1 | 594,2 | 527,8 |
| 8 | | 403,9 | 229,8 | | 030,0 | | 651,2 | 593,2 | 526,6 |
| 9 | | 401,3 | 226,7 | | 026,4 | | 650,3 | 592,2 | 525,4 |
| 10 | | 398,6 | 223,5* | | 022,9 | | 649,4 | 591,1 | 524,2 |
| 11 | | 395,8 | 220,4 | | 019,3 | | 648,5* | 590,1 | 523,0 |
| 12 | | 393,1 | 217,3 | | 015,7 | | 647,6 | 589,0 | 521,8 |
| 13 | | 390,4 | 214,1 | | 012,1 | | 646,7 | 588,0 | 520,6 |
| 14 | | 387,7 | 211,0 | | 008,6 | | 645,8 | 586,9 | 519,5 |
| 15 | | 384,9* | 207,8 | | 005,0 | | 644,9 | 585,9 | 518,3 |
| 16 | | 382,2 | 204,6 | | 001,4 | | 644,0 | 584,8 | 517,1 |
| 17 | | 379,5 | 201,4 | 8,5125 | 997,8 | | 643,1 | 583,8 | 515,9 |
| 18 | | 376,7 | 198,3 | | 994,2 | | 642,2 | 582,7 | 514,7 |
| 19 | | 373,9 | 195,1 | | 990,5* | | 641,2 | 581,6 | 513,4 |
| 20 | | 371,2 | 191,9 | | 986,9 | | 640,3 | 580,6 | 512,2 |
| 21 | | 368,4 | 188,7 | | 983,3 | | 639,4 | 579,5 | 511,0 |
| 22 | | 365,6 | 185,4 | | 979,7 | | 638,5 | 578,4 | 509,8 |
| 23 | | 362,8 | 182,2 | | 976,0 | | 637,5* | 577,3 | 508,6 |
| 24 | | 360,0 | 179,0 | | 972,4 | | 636,6 | 576,3 | 507,4 |
| 25 | | 357,2 | 175,8 | | 968,7 | | 635,7 | 575,2 | 506,2 |
| 26 | | 354,4 | 172,5* | | 965,0 | | 634,7 | 574,1 | 504,9 |
| 27 | | 351,6 | 169,3 | | 961,4 | | 633,8 | 573,0 | 503,7 |
| 28 | | 348,8 | 166,0 | | 957,7 | | 632,8* | 571,8 | 502,5 |
| 29 | | 345,9 | 162,8 | | 954,0 | | 631,9 | 570,8 | 501,3 |
| 30 | | 343,1 | 159,5 | | 950,3 | | 631,0 | 569,8 | 500,0 |

| | $Log\ I = Log\ \frac{1}{R\ Arc\ 1''}$ | | | $Log\ II = Log\ \frac{1}{S\ Arc\ 1''}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\varphi = 6^\circ$ | 7° | 8° | 6° | 7° | 8° |
| 31 | 8,5126 340,2 | 156,2 | 8,5125 946,6 | 8,5097 630,0 | 568,7 | 498,8 |
| 32 | 337,4 | 152,9 | 942,9 | 629,1 | 567,6 | 497,6 |
| 33 | 334,5* | 149,6 | 939,2 | 628,1 | 566,5 | 496,3 |
| 34 | 331,6 | 146,3 | 935,4 | 627,1 | 565,4 | 495,1 |
| 35 | 328,8 | 143,0 | 931,7 | 626,2 | 564,3 | 493,8 |
| 36 | 325,9 | 139,7 | 928,0 | 625,2 | 563,2 | 492,6 |
| 37 | 323,0 | 136,4 | 924,2 | 624,3 | 562,1 | 491,3 |
| 38 | 320,1 | 133,1 | 920,5 | 623,3 | 561,0 | 490,1 |
| 39 | 317,2 | 129,7 | 916,7 | 622,3 | 559,8 | 488,8 |
| 40 | 314,3 | 126,4 | 913,0 | 621,4 | 558,7 | 487,6 |
| 41 | 311,3 | 123,0 | 909,2 | 620,4 | 557,6 | 486,3 |
| 42 | 308,4 | 119,7 | 905,4 | 619,4 | 556,5 | 485,1 |
| 43 | 305,5 | 116,3 | 901,6 | 618,4 | 555,4 | 483,8 |
| 44 | 302,5* | 113,0 | 897,8 | 617,4 | 554,2 | 482,5 |
| 45 | 299,6 | 109,6 | 894,0 | 616,5 | 553,1 | 481,3 |
| 46 | 296,6 | 106,2 | 890,2 | 615,5 | 552,0 | 480,0 |
| 47 | 293,7 | 102,8 | 886,4 | 614,5 | 550,9 | 478,7 |
| 48 | 290,7 | 099,4 | 882,6 | 613,5 | 549,7 | 477,5 |
| 49 | 287,7 | 096,0 | 878,8 | 612,5* | 548,6 | 476,2 |
| 50 | 284,7 | 092,6 | 874,9 | 611,5* | 547,5 | 474,9 |
| 51 | 281,7 | 089,2 | 871,1 | 610,5* | 546,3 | 473,6 |
| 52 | 278,7 | 085,7 | 867,2 | 609,5* | 545,2 | 472,3 |
| 53 | 275,7 | 082,3 | 863,4 | 608,5* | 544,0 | 471,1 |
| 54 | 272,7 | 078,9 | 859,5* | 607,5* | 542,9 | 469,8 |
| 55 | 269,7 | 075,4 | 855,6 | 606,5* | 541,7 | 468,5 |
| 56 | 266,8 | 072,0 | 851,8 | 605,5 | 540,6 | 467,2 |
| 57 | 263,6 | 068,5* | 847,9 | 604,5 | 539,4 | 465,9 |
| 58 | 260,6 | 065,0 | 844,0 | 603,5 | 538,3 | 464,6 |
| 59 | 257,6 | 061,6 | 840,1 | 602,4 | 537,1 | 463,3 |
| 60 | 254,5 | 058,1 | 836,2 | 601,4 | 536,0 | 462,0 |

Ein * nach der Ziffer 5 bedeutet, dass noch etwas folgt, so dass man, mit sieben Stellen rechnend, die vorige Ziffer um eine Einheit grösser nehmen muss. Diese Tafel ist auf 10 Stellen berechnet und auf 8 Stellen abgekürzt worden.

| B | | log [III] | log [IV] |
|---|---|---|---|
| 6° | 0′ | 8,3407 | 2,55564 |
| | 10 | 8,3524 | 2,55564 |
| | 20 | 8,3638 | 2,55563 |
| | 30 | 8,3749 | 2,55563 |
| | 40 | 8,3857 | 2,55562 |
| | 50 | 8,3962 | 2,55562 |
| 7 | 0 | 8,4065 | 2,55561 |
| | 10 | 8,4165 | 2,55560 |
| | 20 | 8,4263 | 2,55560 |
| | 30 | 8,4358 | 2,55559 |
| | 40 | 8,4451 | 2,55558 |
| | 50 | 8,4543 | 2,55558 |
| 8 | 0 | 8,4632 | 2,55557 |
| | 10 | 8,4719 | 2,55556 |
| | 20 | 8,4804 | 2,55555 |
| | 30 | 8,4888 | 2,55555 |
| | 40 | 8,4969 | 2,55554 |
| | 50 | 8,5050 | 2,55553 |
| 9 | 0 | 8,5128 | 2,55553 |

$f(x) = \frac{1}{3} \log Sec\, x$, in Einheiten der siebenten Decimalstelle

| $x$ | $f(x)$ | $x$ | $f(x)$ |
|---|---|---|---|
| 0 | 0,0 | 1700″ | 49,2 |
| 100 | 0,2 | 1800 | 55,1 |
| 200 | 0,7 | 1900 | 61,4 |
| 300 | 1,5 | 2000 | 68,1 |
| 400 | 2,7 | 2100 | 75,0 |
| 500 | 4,3 | 2200 | 82,5 |
| 600 | 6,1 | 2300 | 90,0 |
| 700 | 8,3 | 2400 | 98,0 |
| 800 | 10,9 | 2500 | 106,5 |
| 900 | 13,8 | 2600 | 115,0 |
| 1000 | 17,0 | 2700 | 124,0 |
| 1100 | 20,6 | 2800 | 133,4 |
| 1200 | 24,5 | 2900 | 143,1 |
| 1300 | 28,8 | 3000 | 153,1 |
| 1400 | 33,3 | 3100 | 163,4 |
| 1500 | 38,3 | 3200 | 174,0 |
| 1600 | 43,6 | 3300 | 184,9 |
| 1700 | 49,2 | 3400 | 196,1 |

Wie gesagt, bin ich bei dem Entwerfen der S. 200 gegebenen Formeln von der Meinung ausgegangen, dass die alte Methode der Projection auf eine Kugel, für die Lösung des Hauptproblems der Geodäsie hinreicht, so bald die beiden Orte nicht viel mehr als einen Grad von einander entfernt sind.

Um doch noch zu untersuchen, in wiefern die beiden Formelnsysteme, jenes des Herrn Prof. Schols und das meinige, übereinstimmende Resultate geben, habe ich die längste Seite gewählt, welche das Java'sche Dreiecknetz darbietet, nämlich Tjermai IV-Tjemiring, 120 790,30 Meter, und aus der Länge und der Breite von Tjermai, dem Azimuth und der Entfernung von Tjemiring, die Länge und Breite des letztgenannten Punktes wie auch das gegenseitige Azimuth abgeleitet. Wir werden beide Rechnungen hier in extenso mittheilen. Es versteht sich übrigens dass es nicht absolut nöthig war, für den Uebergang von dem einen der genannten Punkte zum andern diese lange Seite anzuwenden; in Wirklichkeit sind auch die Zwischenpunkte Sawal und Bangkok benutzt worden.

## RECHNUNG NACH DEN FORMELN DER SEITE 200.

Tjermai: südl. Breite $= 6^\circ\ 53'\ 35'',739$; östl. Länge $= 1\ \ 35\ \ 52\ ,137$

nach Tjemiring: Azimuth $= 144^\circ 30'\ 44'',51$; $S = 120\,790,30$

### Genäherte Berechnung von $B_2$.

$$\begin{aligned}
\log.\ \mathrm{I} &= 8{,}51261\\
\log.\ S &= 5{,}08205\\
\log.\ Cos.\ A_1 &= 9{,}91075_n\\
\hline
\log.\ dB &= 3{,}50539_n\\
-\,dB &= +\,0^\circ 53'\ 21'',8\\
B_1 &= \ \ 6\ \ 53\ \ 35\ ,7\\
\hline
B_2 &= \ \ 7\ \ 46\ \ 57\ ,5
\end{aligned}$$

### Berechnung des Längen-Unterschieds

| | | Verbessert. |
|---|---|---|
| $\log.\ \mathrm{II}_2$ | $= 8{,}5097551.0$ | |
| $\log.\ S$ | $= 5{,}0820521$ | |
| $\log.\ Sin\ A_1$ | $= 9{,}7638226.0$ | |
| $\log.\ Sec\ B_2$ | $= 0{,}0040188.7$ | 84.5 |
| $-f(dB)$ | $= -\ \ 174.2$ | |
| $\log.\ d\ L$ | $= 3{,}3596112.5$ | 08.3 |
| $d\ L$ | $= 2288'',818$ | ,816 |
| | $= 0^\circ 38'\ 8'',816$ | |
| $L_1$ | $= 1\ \ 35\ \ 52\ ,137$ | |

$$L_1 + d\ L = L_2 = 2^\circ 14'\ \ 0'',953$$

### Berechnung des Azimuths.

$$B_m = 7^\circ 20'\ 16'',2$$

$$\begin{aligned}
\log.\ d\ L &= 3{,}3596110\\
\log.\ Sin\ B_m &= 9{,}1062574\\
\tfrac{3}{4}\,f\,(d\ B) &= 131\\
\tfrac{1}{2}\,f\,(d\ L) &= 45\\
\hline
\log.\ \alpha &= 2{,}4658860
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\alpha &= -\ \ 292'',34\\
&= -\ \ 4'\ 52'',34\\
180^\circ + A_1 &= 324^\circ 30'\ 44'',51\\
\hline
A_2 &= 324\ \ 25\ \ 52\ ,17
\end{aligned}$$

### Endgültige Berechnung der Breite.

$$A_m = 144^\circ 28'\ 18'',34$$

$$\begin{aligned}
\log.\ \mathrm{I}_m &= 8{,}5126191.0\\
\log.\ S &= 5{,}0820521\\
\log.\ Cos.\ A_m &= 9{,}9105332.9_n\\
\tfrac{1}{2}\,f\,(d\ L) &= +\ \ 44.6\\
\hline
\log.\ d\ B &= 3{,}5051889.5_n\\
-\,d\ B &= +\ \ 3200'',287\\
&= +\ 53'\ 20'',287\\
B_1 &= 6\ \ 53\ \ 35\ ,739\\
\hline
B_2 &= 7^\circ 46'\ 56'',026
\end{aligned}$$

Das Resultat der Rechnung ist also:

| | |
|---|---|
| Tjemiring, südliche Breite: | $7^\circ 46'\ 56'',026$, |
| östliche Länge: | $2\ \ 14\ \ \ 0\ ,953$, |
| Azimuth von Tjermai: | $324\ \ 25\ \ 52\ ,17$. |

## RECHNUNG NACH DEN FORMELN DES HERRN SCHOLS.

$A_1 = 144°\ 50'\ 44'',51$
$-\ t = -\ \ \ 5'\ \ 9'',94$
$-\ t' = +\ \ \ \ \ \ \ \ 17'',60$
$\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ 180°$

$A_2 = 324°\ 25'\ 52'',17$

$B_1 = 6°\ 53'\ 35'',739$
$-\ b = +\ \ 53'\ 22'',002$

$B' = 7°\ 46'\ 57'',741$
$-\ b' = -\ \ \ 1'',715$

$B_2 = 7°\ 46'\ 56'',026$

$L_1 = 1°\ 35'\ 52'',137$
$\lambda = \ \ \ \ 38'\ \ 8'',816$

$L_2 = 2°\ 14'\ \ 0'',953$

$\log S = 3,0820320.8$
$(Arg\ B_1)\ \log [I] = 8,5126275.9$
$\log Cos\ A_1 = 9,9107528.6_n$

$\log b_0 = 3,5054125.5_n$
$+\ (1) = -\ \ \ \ 80.4$
$+\ (2) = +\ \ 176.7$
$-\ (4) = -\ \ \ \ \ 5.4$

$\log b = 3,5054216.2_n$
$\log S = 3,0820320.8$
$\log Sin\ A_1 = 9,7658226.0$

$\log S\ Sin\ A_1 = 4,8458546.8$
$(Arg\ B')\ \log [II] = 8,5097550.9$
$-\ (3) = -\ \ \ 174.4$

$\log c = 3,5555923.3$
$\log Sec\ B' = 0,0040189.4$

$\log \lambda_0 = 3,5596112.7$
$-\ (5) = -\ \ \ \ \ 3.3$

$\log \lambda = 3,5596109.4$
$\log c = 3,5555923.3$
$\log Tang\ B' = 9,1356905.6$

$\log t_0 = 2,4912828.9$
$-\ (6) = -\ \ \ \ 89.1$

$\log t = 2,4912739.8$

$\log 3\,e^2 = 8,30155$
$\log Cos\ 2\ B_1 = 9,98731$

$\log [2] = 8,28884$

$\log [4] = 4,58454$
$(Arg\ B')\ \log \frac{N}{R} = 0,00286$

$\log [3] = 4,58740$

$(Arg\ B_1)\ \log [III] = 8,3999$
$\log b_0 = 3,5054_n$

$\log (1) = 1,9053_n$

$(Arg\ B_1)\ \log [IV] = 2,55562$
$2 \log S\ Sin\ A_1 = 9,69171$

$\log (2) = 2,24733$

$\log [1] = 5,23078$
$2 \log b_0 = 7,01082$

$\log (3) = 2,24160$
$\log [2] = 8,28884$

$\log (4) = 0,53044$

$\log 2\,[1] = 5,53181$
$2 \log t_0 = 4,98256$

$\log (5) = 0,51437$

$\log [1] = 5,23078$
$2 \log \lambda_0 = 6,71922$

$\log (6) = 1,95000$

$\log [3] = 4,58740$
$\log c = 3,55559$
$\log t_0 = 2,49128$

$\log b' = 0,23427$

$\log [4] = 4,58454$
$\log b = 3,50542$
$\log c = 3,55559$

$\log t' = 1,24555$

Man sieht, dass die Resultate nach beiden Rechnungen identisch sind. Hätten wir das Glied $f(\alpha) = 1,6$ der 7ten Decimalstelle beigezählt, so würden sowohl die Länge als die Breite um 0″,001 grösser gefunden sein. Es kommt mir doch vor, dass die Rechnung nach dem ersten, von uns befolgten System etwas bequemer von Statten geht; die Ziffernzahl ist wenigstens, auch wenn man die nicht unumgänglich nöthigen Zahlen bei der Rechnung nach Herrn Schols nicht mitrechnet, etwas geringer.

Jeder Punkt wurde immer wenigstens von zwei Seiten bestimmt; die Uebereinstimmung war oft vollkommen; natürlich kamen aber auch ab und zu Unterschiede von einer Einheit, einzelne Male von zwei Einheiten in der letzten Stelle vor, in welchen Fällen das arithmetische Mittel der verschiedenen Resultate, oder auch das am sichersten bestimmte angenommen wurde.

Es folgt nun die Tabelle der Breiten und Längen, nach den Längen geordnet. Die Basis-, End- und Netzpunkte, sowie die als Punkte erster Ordnung fungirenden Punkte der Tegal-Pekalongan'schen Kette und der Verbindung mit Sumatra sind hinzugefügt worden. Auch ist die sogenannte Seehöhe, d. h. die Höhe der oberen Fläche des Pfeilers über den mittleren Stand des Meeres beigegeben worden, wie auch die Residentschaft oder der Theil des Meeres, in welchem sich der Punkt befindet.

In einer folgenden Abtheilung wird das Nähere über die astronomischen Breiten-, Längen- und Azimuthbestimmungen, sowie über das geodätische Nivellement mitgetheilt werden.

## BREITE, LÄNGE OST VON BATAVIA (ZEITSIGNAL) UND SEEHÖHE ALLER DREIECKSPUNKTE ERSTER ORDNUNG.

| Dreieckspunkt. | Südliche Breite. | Länge, Ost von Batavia. | Seehöhe in Metern. | Residentschaft oder Meerestheil. |
|---|---|---|---|---|
| **Das Java'sche Dreiecksnetz erster Ordnung.** | | | | |
| Hondjej I. | 6° 45′ 40″,574 | —1° 14′ 0″,728 | 607,5 | Bantam. |
| Batoehideung | 6 51 55 ,881 | —1 10 15 ,025 | 274,8 | « |
| Tindjil | 6 56 58 ,019 | —0 59 46 ,202 | 5,0* | Indischer Ocean. |
| Sangèan | 5 58 19 ,649 | —0 57 10 ,658 | 57,2 | Sundastrasse. |
| Leuchtthurm Anjer | 6 4 13 ,486 | —0 55 27 ,800 | — | Bantam. |
| Tjiloemloem | 6 38 21 ,852 | —0 55 9 ,594 | 139,5 | « |
| Anjer | 6 5 13 ,448 | —0 55 42 ,600 | 5,4* | « |
| Karang | 6 16 7 ,469 | —0 45 57 ,188 | 1778,4 | « |
| Gedè | 5 55 52 ,129 | —0 44 59 ,915 | 595,1 | « |
| Klandong | 6 50 56 ,745 | —0 38 5 ,828 | 587,4 | « |
| Endoet I | 6 57 6 ,295 | —0 26 55 ,560 | 1281,5 | « |
| Sangaboewana II | 6 45 57 ,858 | —0 21 55 ,526 | 1918,5 | « |
| Nangka | 7 15 49 ,717 | —0 19 48 ,205 | 291,1 | Preanger Reg^n. |
| Dago | 6 25 9 ,512 | —0 15 27 ,901 | 186,7 | Batavia. |
| Soerangga | 7 7 15 ,871 | —0 12 45 ,274 | 822,9 | Preanger Reg^n. |
| Patat | 7 15 45 ,109 | —0 6 6 ,046 | 805,8 | « |
| Batavia, Leuchtthurm | 6 6 19 ,251 | —0 0 15 ,770 | — | Batavia. |
| Batavia, Zeitsignal | 6 7 59 ,522 | 0 0 0 ,000 | — | « |
| Poetri | 6 27 56 ,905 | +0 4 56 ,610 | 189,7 | « |

* Direct gemessen, s. S. 133 und 138.

| Dreieckspunkt. | Südliche Breite. | | | | Länge, Ost van Batavia. | | | | Seehöhe in Metern. | Residentschaft. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Telaga | 7° | 3′ | 1″ | ,850 | +0° | 7′ | 52″ | ,524 | 1085,3 | Preanger Reg^n. |
| Pangrango | 6 | 46 | 14 | ,447 | 0 | 9 | 21 | ,550 | 3018,7 | Grenze Bat. und P. R. |
| Tjikakap | 7 | 26 | 32 | ,295 | 0 | 9 | 21 | ,748 | 58,3 | Preanger Reg^n. |
| Bitoeng | 7 | 19 | 1 | ,870 | 0 | 16 | 58 | ,882 | 534,5 | « |
| Sangaboewana I | 6 | 55 | 27 | ,498 | 0 | 24 | 41 | ,070 | 1291,0 | Krawang. |
| Tjiboentoe | 7 | 27 | 47 | ,507 | 0 | 27 | 49 | ,509 | 125,5 | Preanger Reg^n. |
| Patoeha I | 7 | 9 | 56 | ,265 | 0 | 35 | 22 | ,902 | 2435,5 | « |
| Boerangrang | 6 | 46 | 27 | ,758 | 0 | 44 | 47 | ,456 | 2065,8 | Grenze Kraw. und P. R. |
| Pogor II | 7 | 39 | 50 | ,757 | 0 | 53 | 45 | ,062 | 30,9 | « |
| Tjikoerai | 7 | 19 | 22 | ,242 | 1 | 3 | 2 | ,687 | 2820,5 | « |
| Pogor III | 7 | 34 | 53 | ,959 | 1 | 4 | 10 | ,195 | 765,4 | « |
| Tampomas II | 6 | 45 | 49 | ,290 | 1 | 9 | 6 | ,744 | 1685,8 | « |
| Sawal | 7 | 11 | 22 | ,812 | 1 | 27 | 45 | ,670 | 1765,3 | Cheribon. |
| Bongkok | 7 | 29 | 27 | ,556 | 1 | 31 | 50 | ,565 | 1144,1 | Preanger Reg^n. |
| Kromon | 6 | 44 | 8 | ,162 | 1 | 54 | 19 | ,600 | 586,8 | Cheribon. |
| Tjermai IV | 6 | 55 | 35 | ,739 | 1 | 55 | 52 | ,137 | 3077,9 | « |
| Sambean | 6 | 59 | 9 | ,398 | 1 | 42 | 38 | ,868 | 5,8 | « |
| Cheribon II | 6 | 43 | 9 | ,550 | 1 | 44 | 50 | ,797 | 4,0 | « |
| Kedaka | 7 | 7 | 56 | ,584 | 1 | 54 | 55 | ,525 | 1077,5 | Tegal. |
| Losari | 6 | 50 | 39 | ,867 | 1 | 59 | 59 | ,657 | 5,7 | « |
| Mroejong | 7 | 17 | 15 | ,881 | 2 | 5 | 45 | ,594 | 755,9 | « , Gr. Banj. |
| Tjemiring (Leuchtthurm) | 7 | 46 | 56 | ,508 | 2 | 14 | 0 | ,685 | ? | Banjoemas. |
| Tjemiring (Pfeiler) | 7 | 46 | 56 | ,026 | 2 | 14 | 0 | ,953 | 174,7 | |
| Koeta | 6 | 57 | 21 | ,562 | 2 | 15 | 57 | ,766 | 15,2 | Tegal. |
| Slamat III (Pfeiler) | 7 | 14 | 39 | ,032 | 2 | 24 | 25 | ,198 | 3419,7 | Tegal, Gr. « |
| Slamat III (Pyramide) | 7 | 14 | 38 | ,959 | 2 | 24 | 25 | ,410 | 3422,7 | « " « |
| Slamat IV | 7 | 14 | 18 | ,023 | 2 | 24 | 38 | ,017 | 3427,8 | « « « |

| Dreieckspunkt. | Südliche Breite. | | | Länge, Ost von Batavia. | | | Seehöhe in Metern. | Residentschaft. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gadjah | 7° | 0′ | 4″,780 | +2° | 29′ | 21″,952 | 509,6 | Tegal. |
| Ardjoeno | 7 | 43 | 12 ,540 | 2 | 38 | 12 ,105 | 445,2 | Baglen. |
| Tjoepoe | 7 | 13 | 52 ,159 | 2 | 39 | 57 ,824 | 1291,0 | « , Gr. Tegal. |
| Gègèrgadong | 6 | 59 | 42 ,636 | 2 | 44 | 48 ,916 | 118,0 | Pekalongan. |
| Pekalongan | 6 | 51 | 35 ,713 | 2 | 53 | 1 ,751 | 2,8 | « |
| Rogodjembangan | 7 | 12 | 7 ,178 | 2 | 55 | 6 ,572 | 2176,9 | « , Gr. Bagl. |
| Kembang | 7 | 35 | 49 ,329 | 3 | 0 | 51 ,427 | 728,8 | Baglen. |
| Prahoe | 7 | 11 | 14 ,475 | 3 | 6 | 48 ,686 | 2565,2 | Bagl., Gr. Banj., Pek., Sem. und Kadoe. |
| Priksa | 6 | 57 | 8 ,136 | 3 | 7 | 35 ,362 | 367,2 | Pekalongan. |
| Gepak | 7 | 46 | 30 ,794 | 3 | 17 | 35 ,792 | 858,9 | Baglen. |
| Tembok | 6 | 58 | 22 ,971 | 3 | 25 | 42 ,240 | 62,9 | Semarang. |
| Oengaran (West) | 7 | 11 | 15 ,065 | 3 | 32 | 8 ,385 | 2050,2 | « |
| Semarang | 6 | 57 | 34 ,258 | 3 | 36 | 18 ,466 | 2,1* | « |
| Merbaboe | 7 | 26 | 59 ,225 | 3 | 38 | 2 ,185 | 3119,0 | Kadoe, Gr. Sem. |
| Morodemak | 6 | 49 | 31 ,754 | 3 | 44 | 13 ,100 | 3,0* | Semarang. |
| Nglanggran | 7 | 50 | 26 ,037 | 3 | 44 | 27 ,167 | 685,6 | Jogjakarta. |
| Banjoepabit | 7 | 9 | 54 ,529 | 3 | 54 | 24 ,013 | 189,4 | Semarang. |
| Salam | 7 | 19 | 0 ,225 | 3 | 58 | 38 ,212 | 195,7 | Soerakarta. |
| Kritjian | 7 | 29 | 41 ,413 | 4 | 1 | 41 ,536 | 180,3 | « |
| Gambiranom | 8 | 9 | 37 ,110 | 4 | 6 | 17 ,163 | 450,2 | Madioen. |
| Genoek | 6 | 26 | 33 ,350 | 4 | 6 | 38 ,047 | 716,7 | Djepara. |
| Gading | 6 | 58 | 20 ,984 | 4 | 13 | 46 ,906 | 333,2 | Sem., Gr. Djepara. |
| Ratawoe | 8 | 2 | 5 ,804 | 4 | 16 | 1 ,527 | 1004,5 | Soerak., Gr. Madioen. |

* Direct gemessen.

| Dreieckspunkt. | | Südliche Breite. | | | Länge, Ost von Batavia. | | | Seehöhe in Metern. | Residentschaft. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lawoe..... | Pfeiler... | 7° | 57′ | 59″,458 | 4° | 25′ | 8″,150 | 3265,4 | Madioen. |
| | Pyramide. | 7 | 57 | 59 ,535 | 4 | 25 | 8 ,255 | 3269,1* | « |
| Segorogoenong......... | | 7 | 12 | 55 ,083 | 4 | 24 | 56 ,254 | 280,2 | Rembang, Gr. Sem. |
| Boetak (Rembang)...... | | 6 | 49 | 54 ,599 | 4 | 42 | 12 ,528 | 678,6 | « |
| Sengoengloeng......... | | 8 | 8 | 24 ,802 | 4 | 45 | 51 ,691 | 1175,5 | Kediri. |
| Wonotjolo............ | | 7 | 5 | 15 ,427 | 4 | 51 | 50 ,892 | 287,4 | Rembang. |
| Pandan.............. | | 7 | 27 | 41 ,868 | 4 | 59 | 28 ,024 | 896,7 | Remb., Gr. Mad. u. Ked. |
| Wilis................ | | 7 | 51 | 57 ,206 | 4 | 59 | 46 ,169 | 2169,1 | Kediri. |
| Toenggangan.......... | | 7 | 1 | 59 ,780 | 5 | 7 | 55 ,455 | 491,1 | Rembang. |
| Nongko.............. | | 7 | 26 | 44 ,044 | 5 | 17 | 42 ,612 | 255,6 | Soerabaja. |
| Gèbang.............. | | 8 | 12 | 45 ,927 | 5 | 21 | 6 ,511 | 368,5 | Kediri. |
| Patjakaran............ | | 6 | 54 | 12 ,104 | 5 | 25 | 52 ,596 | 76,5 | Soerabaja. |
| Watoetjèleng.......... | | 7 | 14 | 10 ,590 | 5 | 30 | 58 ,001 | 156,0 | « |
| Dradjat.............. | | 6 | 55 | 55 ,164 | 5 | 35 | 29 ,828 | 151,6 | « |
| Boetak (Kediri)........ | | 7 | 57 | 20 ,859 | 5 | 39 | 24 ,210 | 2868,5 | Kediri, (Gr. Pasoer"). |
| Banjoelegi.. | Pyramide. | 6 | 55 | 1 ,789 | 5 | 42 | 21 ,761 | 126,6* | Soerabaja. |
| | Pfeiler... | 6 | 55 | 1 ,857 | 5 | 42 | 21 ,900 | 122,7 | « |
| Slamat.............. | | 8 | 12 | 6 ,095 | 5 | 45 | 57 ,955 | 546,5 | Pasoeroean. |
| Ardjoeno............. | | 7 | 45 | 55 ,357 | 5 | 47 | 2 ,222 | 3558,8 | « |
| Penanggoengan........ | | 7 | 36 | 57 ,164 | 5 | 48 | 40 ,565 | 1652,2 | Soerab., Gr. Pasoer". |
| Petoekangan. | Pfeiler... | 7 | 10 | 52 ,942 | 5 | 49 | 52 ,051 | 121,0 | « |
| | Pyramide. | 7 | 10 | 55 ,064 | 5 | 49 | 52 ,158 | 124,6* | « |
| Ronggo.............. | | 8 | 5 | 58 ,458 | 5 | 54 | 2 ,847 | 680,2 | Pasoeroean |
| Ketjiri............... | | 7 | 56 | 47 ,405 | 6 | 4 | 10 ,196 | 2295,5 | « |
| Pasoeroean........... | | 7 | 37 | 38 ,798 | 6 | 6 | 25 ,556 | 5,0** | « |

* Die Spitze. ** Direct gemessen.

| Dreieckspunkt. | | Südliche Breite. | Länge, Ost von Batavia. | Seehöhe in Metern. | Residentschaft. |
|---|---|---|---|---|---|
| Seméroe ... | Pfeiler... | 8° 6′ 30″,270 | +6° 6′ 48″,391 | 3673,4 | Pasoer., Gr. Probol. |
| | Pyramide. | 8 6 30 ,413 | 6 6 48 ,565 | 3676,1 | « |
| Seléret | | 7 6 53 ,056 | 6 8 5 ,304 | 244,6 | Madoera. |
| Bangsri | | 6 55 48 ,692 | 6 9 34 ,769 | 174,2 | « |
| Argowoelan | | 7 54 3 ,120 | 6 9 34 ,781 | 2724,8 | Probolinggo. |
| Semongkron | | 7 40 45 ,748 | 6 12 46 ,950 | 84,1 | Pasoeroean. |
| Ketapang | | 7 40 51 ,359 | 6 26 26 ,795 | 10,7 | Probolinggo. |
| Pakem | | 7 57 23 ,154 | 6 26 31 ,409 | 381,1 | « |
| Madoe | | 7 11 37 ,784 | 6 28 11 ,507 | 84,8 | Madoera. |
| Rantja | | 6 58 23 ,851 | 6 29 37 ,787 | 243,1 | « |
| Bèsèh | | 8 16 32 ,254 | 6 58 2 ,771 | 162,1 | Besoeki. |
| Djoemiang | | 7 14 2 ,466 | 6 44 34 ,647 | 17,0 | Madoera. |
| Argopoero | | 7 57 52 ,547 | 6 45 29 ,159 | 3088,4 | Besoeki, Gr. Probol. |
| Loeroes | | 7 44 22 ,366 | 6 46 18 ,927 | 538,5 | « |
| Tamboeko | | 7 1 12 ,395 | 6 49 35 ,505 | 470,6 | Madoera. |
| Rika | | 8 28 39 ,096 | 6 51 41 ,666 | 541,5 | Besoeki. |
| Majang | | 8 17 6 ,958 | 6 58 27 ,511 | 919,6 | « |
| Kemirisongo | | 8 15 17 ,784 | 6 58 41 ,595 | 719,8 | « |
| Bèsèr | | 7 48 58 ,885 | 7 1 7 ,735 | 1505,1 | « |
| Lagoendi | | 7 7 17 ,815 | 7 2 53 ,565 | 122,6 | Madoera. |
| Boerocan | | 6 53 49 ,675 | 7 7 48 ,698 | 295,9 | « |
| Kalinsin | | 7 37 9 ,651 | 7 12 44 ,157 | 2,8* | Besoeki. |
| Lemboe | | 8 25 12 ,765 | 7 13 2 ,421 | 920,1 | « |
| Soeket I | | 8 5 5 ,070 | 7 16 15 ,792 | 2949,8 | « |
| Gilian | | 6 59 25 ,020 | 7 21 27 ,005 | 32,5 | Madoera. |

* Direct gemessen.

| Dreieckspunkt. | Südliche Breite. | Länge, Ost von Batavia. | Seehöhe in Metern. | Residentschaft. |
|---|---|---|---|---|
| Degong | 8° 38′ 18″,612 | +7° 24′ 10″,308 | 385,6 | Besoeki. |
| Sahari | 8 12 53 ,104 | 7 31 29 ,158 | 130,4 | « |
| Baloeran | 7 50 24 ,210 | 7 33 4 ,440 | 1247,4 | « |
| Ikan | 8 27 5 ,945 | 7 34 50 ,277 | 203,7 | « |
| Tandjong Pakem | 8 14 3 ,587 | 7 34 50 ,632 | 4,3* | « |
| « « (neu) | 8 14 36 ,912 | 7 34 32 ,606 | 4,7 | « |

Das Basisnetz von Simplak.

| Dreieckspunkt. | Südliche Breite. | Länge, Ost von Batavia. | Seehöhe in Metern. | Residentschaft. |
|---|---|---|---|---|
| Mentjeré | 6° 28′ 33″,947 | −0° 12′ 36″,309 | 590,2 | Batavia. |
| Tjitjadas | 6 34 40 ,223 | −0 7 44 ,407 | 259,2 | « |
| Boeboet | 6 30 44 ,772 | −0 4 43 ,639 | 259,7 | « |
| Salak I | 6 42 56 ,625 | −0 4 31 ,491 | 2210,6 | « |
| VII | 6 32 23 ,570 | −0 4 0 ,167 | 175,2 | « |
| III | 6 32 49 ,909 | −0 2 56 ,548 | 179,2 | « |
| II | 6 32 17 ,417 | −0 2 54 ,470 | 167,6 | « |
| I | 6 31 25 ,549 | −0 2 51 ,256 | 157,7 | « |
| IV | 6 33 32 ,105 | −0 2 49 ,297 | 195,5 | « |
| V | 6 32 22 ,220 | −0 2 31 ,773 | — | « |
| VI | 6 31 44 ,027 | −0 2 23 ,860 | — | « |
| Hambalang | 6 32 58 ,402 | +0 5 22 ,572 | 625,4 | « |

Das Basisnetz von Logantong.

| Dreieckspunkt. | Südliche Breite. | Länge, Ost von Batavia. | Seehöhe in Metern. | Residentschaft. |
|---|---|---|---|---|
| Logantong | 6° 58′ 24″,440 | +3° 54′ 26″,487 | 9,4 | Semarang. |
| Kaligong | 6 59 8 ,805 | 3 55 14 ,175 | 8,7 | « |

* Im Jahre 1877 durch das Meer weggeschlagen.

| Dreieckspunkt. | Südliche Breite. | Länge, Ost von Batavia. | Seehöhe in Metern. | Residentschaft oder Meerestheil. |
|---|---|---|---|---|
| Weroe | 7° 1′ 0″,928 | +3° 55′ 24″,094 | 11,8 | Semarang. |
| Penoenggalan | 6 59 57 ,257 | 3 56 5 ,905 | 12,5 | „ |
| Bandong | 6 58 31 ,999 | 3 56 40 ,226 | 11,7 | „ |
| Basé | 7 0 0 ,012 | 4 0 55 ,092 | 215,7 | Djepara. |
| Sanggrah | 7 11 45 ,651 | 4 8 4 ,166 | 179,1 | Semarang. |

Das Basisnetz von Tangsil.

| Dreieckspunkt. | Südliche Breite. | Länge, Ost von Batavia. | Seehöhe in Metern. | Residentschaft oder Meerestheil. |
|---|---|---|---|---|
| Tanahwoelan | 8° 1′ 27″,554 | +6° 56′ 17″,141 | 761,5 | Besoeki. |
| Poetri | 7 50 8 ,535 | 7 2 6 ,158 | 976,4 | „ |
| Tangsil | 7 54 4 ,091 | 7 5 55 ,865 | 258,5 | „ |
| Djoerangsapi | 7 52 42 ,751 | 7 5 56 ,802 | 250,0 | „ |
| Petjaloengan | 7 57 42 ,645 | 7 8 2 ,545 | 555,9 | „ |

Die Verbindung mit Sumatra.

| Dreieckspunkt. | Südliche Breite. | Länge, Ost von Batavia. | Seehöhe in Metern. | Residentschaft oder Meerestheil. |
|---|---|---|---|---|
| Keizerspiek | 5° 25′ 57″,829 | −2° 8′ 4″,559 | 2101,8 | Lampongs. |
| Tangka | 5 42 41 ,560 | −1 42 4 ,804 | 1161,1 | „ |
| Telok | 5 25 45 ,755 | −1 59 14 ,075 | 1259,6 | „ |
| Telokbetong | 5 27 4 ,444 | −1 52 57 ,040 | 5,5 | „ |
| Krakataoe | 6 8 41 ,485 | −1 22 16 ,842 | 858,7 * | Sunda-Strasse. |
| Sebési | 5 57 1 ,851 | −1 19 12 ,154 | 726,0 ** | „ |
| Radjabasa | 5 46 54 ,444 | −1 10 53 ,747 | 1281,0 | Lampongs. |

* Der Hals des Signals. ** Ueber diese beide Punkte, Krakataoe und Sebési, s. S. 133 und 138.

## § 12. Die Länge von Batavia.

### a. Die alte Länge.

Damit die Längen der durch die Triangulation von Java und Madoera bestimmten Punkte auch vom allgemein angenommenen Meridian von Greenwich ab gerechnet werden können, erübrigt uns noch, die Länge des Zeitsignals am (alten) Hafen, so gut es jetzt möglich ist, fest zu stellen.

Vor ungefähr einem halben Jahrhundert wurde für die Länge des damaligen Zeitballs zu Batavia, (welcher etwa 1851 durch eine Zeitklappe vertauscht worden ist) 106° 50′ d. h. $7^h\ 7^m\ 20^s$ angenommen; so wird z. B. diese Länge in der damals bei der niederländischen Marine im Gebrauch befindlichen, vom Oberst J. C. Pilaar verfassten *„Handleiding tot de beschouwende en werkdadige Stuurmanskunst"*, 1847, II, S. 338, angegeben. Es wurde aber bereits damals anerkannt, dass diese Länge um etliche Zeitsecunden unsicher war.

### b. Die durch Mondbeobachtungen bestimmte Länge.

Als im J. 1850 S. H. de Lange nach Ost-Indien, zur Ausführung von astronomischen Ortsbestimmungen abreiste, war demnach sein erstes Streben der Bestimmung der Länge von Batavia mittels Mondbeobachtungen gewidmet.

Drei Methoden wurden dazu von ihm angewandt: 1. Culmination des Mondes und der Mondsterne; 2. die von Kaiser entworfene Beobachtung gleicher Höhen des Mondes und eines Sterns; 3. Sternbedeckungen.

Als ich im Jahre 1857 Herrn S. H. de Lange für dieselbe Aufgabe nachfolgte, waren die vom ihm und seinem Bruder, Herrn G. A. de Lange gesammelten Beobachtungen, wegen Unbekanntheit dieser Herren mit den Fehlern der Mondtafeln und der Oerter der benutzten Sterne, noch nicht endgültig reducirt, und diese Reduction war also meine erste Arbeit, indem ich mich zu gleicher Zeit befleissigte, die Zahl der Sternbedeckungen noch zu vergrössern.

Wenige Tage vor meiner Abreise aus dem Vaterlande, 15 September 1857, waren Hansen's Mondtafeln abgedruckt worden, und auf meine Bitte empfing ich noch auf der Rhede von Brouwershaven vom Astronomer Royal, Sir G. Biddell Airy, ein Exemplar dieser Tafeln.

Hansen hatte (Monthly Notices, XV, 1–7) gezeigt, dass seine Tafeln den Mond-Beobachtun-

gen von Greenwich aus der Periode 1824—1850, ebenso wie jenen aus den Jahren 1751—1755 so gut entsprachen wie dies verlangt werden konnte, und ich durfte also erwarten, dass dieselben den Mondort im J. 1858 eben so gut, wenn nicht noch besser, als eine einzige, in Europa ausgeführte Meridian-Beobachtung angeben würden.

Bei der Reduction der von mir beobachteten Sternbedeckungen nahm ich also die Mondörter an, wie ich sie aus den Tafeln berechnete.

Ueber die Ableitung der Länge von Batavia aus allen den genannten Beobachtungen siehe man das „*Verslag van de Geographische Dienst in Ned. Indië over Januari* 1858 *tot en met April* 1859", im VII Theil (1860) der in Quarto herausgegebenen „*Verhandelingen der Koninklijke Natuurkundige Vereeniging*" zu Batavia, S. 62 und 65, wie auch die «Astronomische Nachrichten", Band 53, S. 382, (wo aber der Auszug durch etliche, zum Theil Band 54, S. 335 angegebene Druckfehler entstellt ist.)

Die drei genannten Categorien von Beobachtungen hatten gegeben:

| | | w. F. | Relatives Gewicht. |
|---|---|---|---|
| Die Monds-Culminationen............... | $7^h\ 7^m\ 17^s{,}5$ | $\pm\ 0^s{,}55$ | 3,30 |
| Die Beobachtung gleicher Höhe des Mondes und eines Sterns................... | 16,8 *) | $\pm$ 0,87 | 1,32 |
| Die Sternbedeckungen................. | 12,5 | $\pm$ 0,39 | 6,57 |

Die beiden ersten Resultate stimmen innerhalb der durch die w. Fehler angegebenen Grenzen überein, sie sind auch durch analoge Beobachtungen, (Vorübergänge des Mondrandes und einiger Sterne vor einem Faden) erhalten. Vereinigt man dieselben mit Rücksicht auf die Gewichte, so erhält man

$$7^h\ 7^m\ 17^s{,}5 \text{ mit einem w. Fehler} = \pm\ 0^s{,}48,$$

was $5^s$ von dem Resultate der Sternbedeckungen abweicht. Ich fürchtete, dass constante Einflüsse hiervon die Ursache seien; dass also im Falle einerseits die Zahl der Beobachtungen nach den beiden ersten Methoden, anderseits die Sternbedeckungen unbestimmt vergrössert würden, der gefundene Unterschied wenig verändern würde. Das Resultat, welches man mit Rücksicht auf die Gewichte erhalten würde,

$$7^h\ 7^m\ 14^s{,}4,$$

weicht von jedem partiellen Resultate beiläufig sechsmal so viel ab, als der w. Fehler beträgt. Ich glaubte also, zur Ableitung des endgültigen Resultats, den folgenden Weg betreten zu müssen.

Die Beobachtungen der ersten und zweiten Gattung hatten den Längen-Unterschied von Batavia und Greenwich nur indirect ergeben; dieselben lieferten nämlich eigentlich die Zunahme der Rectascension des Mondes im Zeitraum zwischen den Durchgängen durch die Meridiane der beider genannten Orte. Diese Zunahme beträgt im Mittel $16^m\ 11^s{,}22$ und ein constanter Fehler in diesem Werthe geht im Mittel 26,4 Mal vergrössert auf die Länge über. Die Berechnungen, nach der im Nautical Almanac 1853 entwickelten Methode von Challis, der Länge aus den Sternbedeckungen hatte dagegen gezeigt, dass ein constanter Fehler in der Beobachtung dieser Erscheinungen im Verhältniss von 1 : 0,87 verkleinert auf die Länge überging. Ich erachtete es also am Meisten gerathen, den Unterschied von $5^s$ so zu ver-

* Es steht $16^s{,}3$, dies ist aber, wie man S. 42 des Originalberichts sehen kann, ein Druckfehler.

theilen, dass den beiden, unmittelbar bestimmten Grössen ein gleich grosser systematischer Fehler zuertheilt wurde. Dieser war also

$$\frac{5^s,0}{26,40 + 0,87} = 0^s,18,$$

so dass für den wahrscheinlichsten Werth der Länge von Batavia erfolgte

$$7^h\ 7^m\ 12^s,5 \text{ mit einem w. F.} = \pm\ 0^s,58.$$

Diese Zahl ist seitdem auch von mir angenommen und allen anderen von mir ausgeführten Längebestimmungen zu Grunde gelegt worden.

---

### c. Die erste telegraphisch bestimmte Länge.

Bereits im J. 1858 wurde auf Kosten der niederländischen Regierung zwischen Singapore und Batavia ein elektrisches Kabel gelegt, welches aber zu schwach construirt war und bald unbrauchbar ward.

Sobald im Jahre 1870 zum zweiten Mal ein Kabel zwischen Singapore und Batavia gelegt worden war, ergriff ich die Gelegenheit, um mit Genehmigung des Vorstandes der «British Australian Telegraph Company" den Längen-Unterschied zwischen beiden Orten zu bestimmen. Diese Bestimmung wurde von Herrn Ingenieur Soeters und mir ausgeführt und der persönliche Unterschied wurde eliminirt, indem erst, an sechs Abenden, im December 1870 und Januar 1871, Herr Soeters zu Singapore und ich zu Batavia, und hierauf ebenso an sechs Abenden, im Februar 1871, ich zu Singapore und Herr Soeters zu Batavia beobachtete.

Von dieser Bestimmung wurde im *„Natuurkundig Tijdschrift, uitgegeven door de Kon. Natuurkundige Vereeniging"*, Deel 34, s. 129. (1874), ein Bericht gegeben. Das Resultat war: Batavia, (Zeitsignal,) Ost von Singapore (Flaggenstock auf Government Hill):

$$0^h\ 11^m\ 50^s,985 \text{ mit einem w. F.} = \pm\ 0^s,022.$$

Noch im Jahre 1871 wurden Herr Norman Pogson, Director der Sternwarte zu Madras, und ich, auf meine Bitte vom Vorstande der British-Indian-Extension-Company in den Stand gesetzt, den Längen-Unterschied Singapore—Madras zu bestimmen. Unsere beiderseitigen Amtsgeschäfte verboten aber das Wechseln der Beobachter, welches ohne Zweifel ansehnliche Kosten und grossen Zeitverlust verursacht haben würde. Das in den Astr. Nachrichten N° 2486, im J. 1883 mitgetheilte Resultat

Singapore (Flaggenstock auf Government Hill) Ost von Madras, (Meridiankreis)

$$1^h\ 34^m\ 25^s,365$$

kann also, ungeachtet der guten Uebereinstimmung der an den verschiedenen Abenden erhaltenen Zahlen, nicht dieselbe Genauigkeit beanspruchen wie das vorige.

In den «Monthly Notices of the Royal Astronomical Society" vom December 1877, (Vol. 38, s. 85,) findet sich ein Bericht von Herrn General Addison über eine Bestimmung der Länge von Madras, Ost von Greenwich. Er selbst hatte in Kurrachee beobachtet, Dr. Becker und Dr. Fritsch zu Ispahan, und Norman Pogson zu Madras. Ispahan hatte Signale mit Berlin gewechselt, und indem die Länge von Berlin dem Nautical Almanac entnommen wurde, war das Endresultat $5^h\ 20^m\ 59^s,65$. Von Rücksicht auf persönliche Unterschiede scheint keine Rede gewesen zu sein.

Im kurz nachher erscheinenden Nautical Almanac vom J. 1882 wurde die alte Länge von Madras, $5^h\ 20^m\ 57^s,5$ durch eine neue $5^h\ 20^m\ 59^s,4$ ersetzt, ohne dass aber in der, dem Jahrgange zugefügten, «Explanation" eine Erklärung über die Herkunft dieser Zahl gegeben wurde, welche um $0^s,25$ kleiner war als die vom General Addison mitgetheilte.

Ich wandte mich deshalb an Herrn J. R. Hind, dem damaligen Herausgeber des Nautical Almanacs, um Aufklärung über diesen Unterschied. Er war so zuvorkommend mir gleich zu antworten, dass er die telegraphische Länge von Madras einem Briefe von Sir George Airy vom 25 Januar 1878 entnommen habe. Dieser Brief enthielt die auf einander folgenden Längen-Unterschiede der folgenden Orte: Greenwich, Mokattam, Suez, Aden, Bombay und Madras, mit der Bemerkung, die beiden ersten Längen-Unterschiede seien von den Beobachtern der Venus-Uebergangen vom J. 1874, die drei letzten von Indischen Offizieren, den Hauptleuten W. M. Campbell und Heaviside bestimmt worden. Als nun aber, im J. 1881, das im Auftrag der englischen Regierung von Sir George Airy besorgte «Account of Observations of the Transit of Venus, 1874 December 8, etc." herausgegeben und verbreitet wurde, ergab es sich, dass die dort mitgetheilten Zahlen dem von demselben Sir George, im J. 1878, Herrn Hind mitgetheilten nicht entsprachen; der erste Längen-Unterschied war nämlich um $0^s,08$ kleiner, das zweite um $0^s,015$ grösser. Um sicher zu gehen, wandte ich mich zu Herrn Airy um Aufklärung; die Antwort lautete, wie zu erwarten war, das die *später*, also im «Account" veröffentlichten Zahlen den Vorzug verdienten.

Es bestand demnach die Möglichkeit eine telegraphische Länge von Batavia abzuleiten, wie ich in den Astron. Nachrichten N° 2486, dargelegt habe. Die Rechnung stand nun so:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mokattam-Greenwich.... | $2^h\ 5^m\ 6^s,24$ | Mokattam. | O. v. Greenw. * | $2^h$ | $5^m$ | $6^s,24$ |
| Suez-Mokattam ........ | 0 5 6,95 | Suez..... | « « « | 2 | 10 | 13,17 |
| Aden-Suez............ | 0 49 42,656 | Aden .... | « « « | 2 | 59 | 55,826 |
| Bombay-Aden ......... | 1 51 19,983 | Bombay .. | « « « | 4 | 51 | 15,809 |
| Madras-Bombay........ | 0 29 43,540 | Madras... | « « « | 5 | 20 | 59,349 |
| Singapore-Madras....... | 1 34 23,365 | Singapore. | « « « | 6 | 55 | 22,714 |
| Batavia-Singapore ...... | 0 11 50,985 | Batavia... | « « « | 7 | 7 | 13,699 |

* Mit diesen Punkten werden gemeint:

Mokattam: Beobachtungs-Ort für den Venus-Uebergang vom 8 Dec. 1874, des Captains Orde Browne, des Herrn F. M. und der Miss E. M. Newton, auf dem Jebel Juishi, einem Rücken der Mokattam Hügel nahe Cairo.

Suez: Beobachtungs-Ort für denselben Uebergang, des Herrn S. Hunter, (Hunter's station), auf einer künstlichen, etwa 40 Fuss hohen Anhöhe, nördlich von der Stadt, wo eine Villa des Kedive gebaut ist.

Aden: Station der Indischen Gradmessung, $0^s,577$ westlich von Gill's Pfeiler.

Bombay: Station der Indischen Gradmessung.

Madras: Meridiankreis der Sternwarte.

Singapore: damaliger Flagstaff auf Government-hill, von den Amerikanern in ihrem Bericht Fort Canning Flagstaff genannt, 70 e. Fuss N. 11° 15' W. von dessen Ort, im J. 1882 entfernt, (d. h. $0^s,009$ westlich und $0'',701$ nördlich).

Batavia: Zeitsignal am alten Hafen.

Indem wir also das Endresultat auf die zweite Decimalstelle der Sekunde abrunden, gab diese Rechnung:

$$7^h\ 7^m\ 15^s{,}70,$$

also um $1^s{,}20$ mehr als die aus Mondbeobachtungen abgeleitete.

---

### *d.* Die Verbesserung durch die amerikanische Längen-Expedition.

Der gefundene Werth war natürlicherweise noch nicht der endgültige; der von Norman Pogson und mir bestimmte Längen-Unterschied zwischen Singapore und Madras litt immer an der Unvollkommenheit, dass unser persönlicher Unterschied, weil derselbe nicht bestimmt werden konnte, gleich Null gesetzt worden war. Ueberdies war es freilich kein Vortheil, dass zu Madras die Entfernung der Sternwarte zum Telegraphenamt vier englische Meilen, zu Singapore die Entfernung des Beobachtungortes zum Telegraphenambt drei Viertel einer engl. Meile betragen hatte, über welche Strecken die Chronometer hinübergetragen werden mussten.

Als vom «Navy Department" zu Washington beschlossen wurde, für die Verbesserung der Längen, eine Reihe von Längen-Unterschieden über die ganze Erde telegraphisch zu bestimmen, wurde demzufolge Madras-Singapore, als ein Glied der Kette, auch im Programm aufgenommen. Die Beobachter, die Lieutenants-zur-See Green, Norris und Davis, wurden von tragbaren Meridian-Fernröhren versehen, und die Durchgänge der Sterne wurden nicht mittels Auge und Ohr beobachtet, sondern electrisch registrirt; ihr persönlicher Unterschied wurde vernachlässigt, «hatte sich aber durch wiederholte Bestimmungen zu weniger als $0^s10$ ergeben." * Auch wurden überall Telegraphendrähte vom Telegraphenamt zum Beobachtungsort geführt, so dass der Transport der Chronometer unnöthig wurde. (*Telegraphic determination of Longitudes in Japan, China and the East Indies, embracing the meridians of Yokahama, Nagasaki, Wladiwostok, Shanghai, Amoy, Hongkong, Manila, Cape James, Singapore, Batavia and Madras, with the Latitude of the several stations, by Lieut-Commanders F. M. Green and C. H. Davis, and Lieut. J. A. Norris, U. S. N., in* 1881 *and* 1882. *Published by Captain J. G. Walker, U. S. N., Chief of the Bureau of Navigation, Navy Department; Washington: Government Printing Office*, 1883; S. 68 unten.)

Das neue Resultat war, mit Rücksicht auf die relative Lage unserer beiderseitigen Beobachtungsörter, um $0^s{,}708$ grösser als das von Herrn Pogson und mir erhaltene, und wiewohl eine absichtliche Bestimmung, zu Leiden, meines persönlichen Fehlers bei Durchgangsbeobachtungen mit Auge und Ohr, mittels des von Herrn Prof. van de Sande Bakhuyzen ausgeführten Apparats, verschwindend klein gefunden wurde, es also befremdet dass unsere Bestimmung *so viel* zu klein sein würde, so halten wir uns doch für verpflichtet, der von den amerikanischen Marine-Offizieren unter den günstigsten Umständen erhaltenen Zahl den Vorzug einzuräumen, zumal weil die Probe an Wladiwostok, wie wir weiter sehen werden, sogar noch eine geringe Vergrösserung der amerikanischen Längen-Unterschiede erfordern würde.

* Note zu S. 68, des später im Text genannten Berichtes. Dies halte ich für den schwächsten Punkt dieser Arbeit. Es wäre erwünscht gewesen, die Resultate der Bestimmungen der persönlichen Unterschiede genau anzugeben. Eine Zehntel-Zeitsekunde ist bei telegraphischen Längen-Unterschieden schon etwas beträchtliches.

Die Länge von Batavia würde also, wenn auf die von den Herren Davis und Norris ausgeführte Bestimmung Rücksicht genommen wird, zu

$$7^h\ 7^m\ 14^s{,}407$$

anzunehmen sein, also zufälligerweise nahezu genau dasjenige, was ich erhalten hätte, wenn ich einfach die drei im Anfange dieses Abschnitts mitgetheilten Resultate mit Rücksicht auf ihre Gewichte vereinigt, und also nicht, aus Furcht vor dem Einfluss constanter Fehler, den Sternbedeckungen ein so grosses Gewicht beigelegt hätte. Es erhellt nun, dass das durch die Bedeckungen erhaltene Resultat um etwa 2ˢ zu klein gefunden worden ist, was darauf hindeutet, dass die Hansen'schen Mondtafeln, welche später wie bekannt, die Rectascensionen des Mondes je länger je mehr zu gross gegeben haben, dieselben im Gegentheil in der Periode 1850—60 um etwa 1ˢ zu klein gaben.

---

## e. Die Verbesserung durch die Verbindung der amerikanischen und der russischen, sich in Wladiwostok anschliessenden telegraphischen Ketten.

Als in Washington zu der Expedition der Herren Green, Davis and Norris beschlossen wurde, war bereits russischerseits durch eine Reihe von Zwischenpunkten der Längen-Unterschied von Kasan und Wladiwostok bestimmt worden. Der damalige Oberst Scharnhorst und Hauptmann Kuhlberg, geübte Beobachter, haben diese Aufgabe glanzvoll beendigt, und erstgenannter hat über diese Arbeit einen Bericht eingesandt, welcher im XXXVII Band der Denkschriften des Russischen Generalstabes, leider in russischer Sprache, erschienen ist.

Am Schluss (p. 72,) des amerikanischen Berichtes wird bereits erwähnt, dass die von diesen Herren abgeleitete Länge von Wladiwostok um 0ˢ,59 grösser sei, als das von der amerikanischen Expedition gefundene. Weil nun die Amerikaner die Länge von Madras noch um etwa 0ˢ,07 zu östlich angenommen haben, (siehe das S. 217 erwähnte,) so wird diese Differenz noch um so viel grösser.

Wir werden nun die ganze Kette durch Sibirien einerseits und längs Madras und Singapore andererseits auszugleichen versuchen. Vorher aber muss ich noch die Bemerkung machen, dass der Längen-Unterschied von Wladiwostok mit Shanghai besser um 0ˢ,01 zu erhöhen ist, weil derselbe zweimal bestimmt wurde, einmal direct, ein anderes Mal indirect, mittels Nagasaki. Nach den Zahlen der Bestimmungen zu urtheilen, muss erstgenanntem Resultat das Gewicht = 2, letztgenanntem das Gewicht = $1\frac{1}{3}$ beigelegt werden, also

| | | | |
|---|---|---|---|
| Wladiwostok—Shanghai, | direct | = $0^h\ 41^m\ 54^s{,}82$ | Gew. 2 |
| " " | indirect | . . . . . 54 ,75 | " $1\frac{1}{3}$ |
| Mittel, mit Rücksicht auf die Gewichte: | | 0 41 54 ,792 | |

Aehnliches gilt für den Längen-Unterschied Shanghai-Hongkong. Dieser ist auch sowohl direct, als indirect durch Amoy bestimmt worden. Indem wir aus den S. 56 und 57 mitgetheilten Zahlen die Mittel nehmen, mit Rücksicht auf die dritte Decimalstelle, so haben wir

für die directe Bestimmung . . . . . . . . $29^m\ 17^s{,}280$ Gew. 2

für die indirecte aber:

| | | |
|---|---|---|
| Amoy-Hongkong . . . . . . . . . . . . | $+$ 15ᵐ 56ˢ,425 | Gew. 4 |
| Shanghai-Amoy . . . . . . . . . . . . | 13 40,875 | « 2 |
| Summe: Shanghai-Hongkong . . . . . | 29 17,300 | « $1\frac{1}{3}$ |
| Also aus beiden | $+$ 29ᵐ 17ˢ,288 | « $5\frac{1}{3}$ |

Ferner muss ich noch daran erinnern, dass neulich der Geh. Regierungsrath, Herr Dr. A. Auwers, die Längen von Aden und Madras einer Revision unterworfen hat, (Astr. Nachr. N° 3180, Band 133, S. 190, Juli 1893.) Wir werden seine Unterschiede übernehmen; indem wir aber die dritte Stelle, wo es angeht, hinzufügen, erhalten wir die Länge von Madras um 0ˢ,006 geringer als er, was aber weil der mittlere Fehler zu $\pm$ 0ˢ,113 angeschlagen wird, nicht von grosser Bedeutung ist.

Im Berichte des Herrn Scharnhorst werden im XI Abschnitt, S. 73—75, die Längen-Unter-
schiede der sämmtlichen besuchten Punkte mit Pulkowa mitgetheilt; in einem vorigen Abschnitt werden
aber die wahrscheinlichen Fehler (Werojatnaja oschikba) besprochen, und mitgetheilt, dass der w. F.
des Längen-Unterschieds Moskau—Pulkowa $= \pm$ 0ˢ,010, und jener des Längen-Unterschieds Kasan—
Moskau $= \pm$ 0ˢ,030 geschätzt wurde, während den übrigen Längen-Unterschieden bis Wladiwostok
$\pm$ 0ˢ,045 zukam.

Weil nun in der letzten Zeit mehr und mehr die Gewohnheit einbürgert, die mittleren statt der wahrscheinlichen Fehler zu benutzen, so habe ich diese in mittlere umgewandelt; man erhält alsdann

| | | |
|---|---|---|
| für Moskau—Pulkowa . . . . . . . . . . | m. F. $=$ | $\pm$ 0ˢ,0148, |
| « Kasan—Moskau . . . . . . . . . . | | $\pm$ 0,0445, |
| « die übrigen . . . . . . . . . . . | | $\pm$ 0,0657. |

Es ist aber die telegraphische Länge von Pulkowa, Ost von Greenwich, durch Zwischenkunft von Wien, $=$ 2ʰ 1ᵐ 18ˢ,631 gefunden worden; anscheinend wird aber allgemein 18ˢ,650 angenommen, wahrscheinlich um das Resultat der Chronometer-Expedition der J. 1843 und 1844 noch einigermassen mitstimmen zu lassen. (S. Jahresbericht der Pulkowa, vom 24 Mai 1880, S. 28 und 29.)

Wir wollen diese letzte Zahl annehmen, und dieselbe, als gut begründet, nicht ändern.

Wir erhalten also als Resultat der russischen Bestimmungen die folgende Uebersicht. Mit den
Ortsnamen werden, von Ekaterinenburg ab, immer die astronomischen Punkte gemeint, d. h. die
Oerter, wo beobachtet wurde, und welche durch die dem Berichte beigefügten Pläne sehr deutlich ange-
zeigt worden sind.

* Der Nautical Almanac bis zu 1897 incl. giebt nur Zehntelsekunden an, und setzt die Länge von Pulkowa auf 2ʰ 1ᵐ 18ˢ,7.
In dem Jahrgange 1898 hat Herr Downing, der jetzige Herausgeber, verschiedene Verbesserungen eingeführt, und auch die Längen
und Breiten der Sternwarten einer Revision unterworfen. Für Pulkowa ist die Länge zu 2ʰ 1ᵐ 18ˢ,63 angenommen, angeblich nach
„Bakhuyzen's Compensation“, Astron. Nachr. N° 3202, Bd. 134. S. 160. Zieht man die Conn. des Temps 1897 zu Rathe, so erhält
man 18ˢ,6; das Berliner Jahrbuch 1897 giebt richtig: Greenwich 53ᵐ 34ˢ,91 West, Pulkowa 1ʰ 7ᵐ 43ˢ,74 Ost, also Pulkowa
Ost von Greenwich 2ʰ 1ᵐ 18ˢ,65. Wahrscheinlich ist in der Differenz zwischen 18ˢ,63 und 18ˢ,7 die Erklärung des Unterschieds
der beiden Angaben für die Scharnhorst'sche Länge von Wladiwostok, S. 13 und 72 des amerikanischen Berichtes, 131° 52' 48",8
(= 8ʰ 47ᵐ 31ˢ,253) und 8ʰ 47ᵐ 31ˢ,81, zu suchen.

| Bestimmte Längen-Unterschiede. | | | | m. F. | Länge Ost von Greenwich. | | | | m. F. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pulkowa-Greenwich | 2h | 1m | 18s,650 | | Pulkowa | 2h | 1m | 18s,650 | |
| Moskau-Pulkowa | 0 | 28 | 58,450 | ± 0s,0148 | Moskau | 2 | 30 | 17,100 | ± 0s,014 |
| Kasan-Moskau | 0 | 46 | 11,966 | 0,0445 | Kasan | 3 | 16 | 29,066 | 0,047 |
| Ekaterinenburg-Kasan | 0 | 45 | 59,637 | 0,0657 | Ekaterinenburg | 4 | 2 | 28,703 | 0,079 |
| Omsk-Ekaterinenburg | 0 | 51 | 1,511 | 0,0657 | Omsk | 4 | 53 | 30,214 | 0,102 |
| Tomsk-Omsk | 0 | 46 | 18,614 | 0,0657 | Tomsk | 5 | 39 | 48,828 | 0,120 |
| Kansk-Tomsk | 0 | 43 | 1,189 | 0,0657 | Kansk | 6 | 22 | 50,017 | 0,136 |
| Irkutsk-Kansk | 0 | 34 | 18,090 | 0,0657 | Irkutsk | 6 | 57 | 8,107 | 0,150 |
| Tschita-Irkutsk | 0 | 36 | 52,068 | 0,0657 | Tschita | 7 | 34 | 0,175 | 0,165 |
| Stritensk-Tschita | 0 | 16 | 45,539 | 0,0657 | Stritensk | 7 | 50 | 45,714 | 0,175 |
| Albasin-Stritensk | 0 | 25 | 31,674 | 0,0657 | Albasin | 8 | 16 | 17,388 | 0,186 |
| Blagoweschtschensk-Alb. | 0 | 13 | 45,992 | 0,0657 | Blagoweschtschensk | 8 | 30 | 3,380 | 0,197 |
| Chawarowka-Blag. | 0 | 30 | 10,962 | 0,0657 | Chawarowka | 9 | 0 | 14,342 | 0,207 |
| Wladiwostok-Chaw. | — 0 | 12 | 43,042 | 0,0657 | Wladiwostok | 8 | 47 | 31,300 | 0,216 |

Dagegen giebt die südliche Kette das nachstehende:

| Bestimmte Längen-Unterschiede. | | | | m. F. | Länge Ost von Greenwich. | | | | m. F. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mokattam-Greenwich | 2h | 5m | 6s,24 | ± 0s,000 | Mokattam | 2h | 5m | 6s,24 | ± 0s,000 |
| Suez-Mokattam | 0 | 5 | 6,965 | 0,065 | Suez | 2 | 10 | 13,205 | 0,094 |
| Aden-Suez | 0 | 49 | 42,646 | 0,049 | Aden | 2 | 59 | 55,851 | 0,089 |
| Bombay-Aden | 1 | 51 | 19,973 | 0,049 | Bombay | 4 | 51 | 15,824 | 0,102 |
| Madras-Bombay | 0 | 29 | 43,530 | 0,050 | Madras | 5 | 20 | 59,354 | 0,113 |
| Singapore-Madras | 1 | 34 | 25,582 | 0,027 | Singapore | 6 | 55 | 24,936 | 0,116 |
| Cape St James-Singap. | 0 | 12 | 52,425 | 0,050 | Cape St. James | 7 | 8 | 17,361 | 0,120 |
| Hongkong-Cape | 0 | 28 | 21,428 | 0,050 | Hongkong | 7 | 36 | 38,789 | 0,124 |
| Shanghai-Hongkong | 0 | 29 | 17,288 | 0,042 | Shanghai | 8 | 5 | 56,077 | 0,131 |
| Wladiwostok-Shanghai | 0 | 41 | 34,792 | 0,033 | Wladiwostok | 8 | 47 | 30,869 | 0,135 |

Vergleichen wir die beiderseits für Wladiwostok erhaltenen Resultate, so finden wir einen Unterschied von 0s,431, welcher auf alle die Glieder der Kette vertheilt werden soll; es ist nur die Frage, nach welchem Prinzip. Herr General Scharnhorst scheint sich nicht daran gewagt zu haben, einen Unterschied in den wahrscheinlichen Fehlern der bestimmten Längen-Unterschiede anzunehmen; er giebt nämlich, wie gesagt, jedem Gliede der sibirischen Kette einen w. Fehler $= \pm$ 0s,045, also einen m. Fehler von 0s,0657.

Untersucht man die Uebereinstimmung der verschiedenen von den Herren Green, Davis und Norris erhaltenen Längen-Unterschiede, so findet man für jede *einzelne* Bestimmung einen m. F. $= \pm$ 0s,060, weil also die Resultate wenigstens auf zwei, manchmal aber auch auf mehr Bestimmungen beruhen, (Madras-Singapore sogar auf 5,) so würde man für die m. Fehler der ar. Mittel viel kleinere Zahlen erhalten.

Ich möchte doch aber Anstand daran nehmen, diesen Beobachtungen ein so viel grösseres Gewicht beizulegen als den russischen; untersucht man erstens im russischen Bericht die Uebereinstimmung der einzelnen Resultate, so findet man diese auch ebenso ausgezeichnet als die der amerikanischen Offiziere, aber es kommt noch, wie bereits in der Note zu S. 218 bemerkt worden ist, hinzu, dass die letzteren meines Erachtens die auf persönlichen Unterschiede, welche doch bei electrisch registrirten Beobachtungen auch bestehen, nicht gehörig Rücksicht genommen haben. Es wird in ihrem Bericht, S. 18 zwar versichert, „mittels wiederholter Anwendung des von Prof. Eastman herrührenden Apparates zur Bestimmung der persönlichen Gleichung hätte sich ergeben, dass die gewöhnlichen Fehler der an dieser Messung beschäftigten Beobachter sämmtlich dasselbe Vorzeichen hätten; und zwar dass sie durchgängig den Vorübergang eines Sternes einige Hundertel einer Sekunde zu spät beobachten, ihre respective Unterschiede seien aber so geringe, dass es deutlich sei, solche geringe Verbesserungen einzuführen würde die Vertrauenswürdigkeit des Resultats nicht vermehren."

«Um so viel wie möglich den Fehler zu vermeiden, welcher aus persönlichen Unterschieden in dem Beobachtungsmodus enstehen kann, wurde darnach gestrebt, dass jeder Beobachter in der langen Kette der Messungen abwechselnd Ost und West vom andern seine Stelle habe."

Dagegen ist aber anzuführen, dass es sich hier eben um Hundertel-Sekunden handelt; aus demjenigen was oben (S. 218) angeführt worden ist, würde man ableiten, dass die Berichterstatter die Meinung hegten, unter der Zehntelsekunde könnte man doch nicht rechnen. Weiter ist noch zu bemerken, dass die Protokolle der Messungen hinreichend beweisen, dass die Verwechselung der relativen Stelle der Beobachter nur dürftig eingehalten worden ist. Bezeichnen wir nämlich die systematische Correction, welcher jeder der Beobachter, Green, Davis und Norris bedarf, mit den Anfangsbuchstaben ihrer Nahmen, so hat man die untenstehenden Correctionen anzubringen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| für Singapore—Madras: .......... | N—D, | | |
| « Cape St. James—Singapore: ... | D—G, | | |
| « Hongkong—Cape St. James:. .. | N—D, | | |
| « Shanghai—Hongkong, direct: .. | D—G, | indirect | Sh.—Amoy.... D—N<br>Amoy—H. K... N—G |
| « Wladiwostok—Shanghai, « .. | N—G, | « | Nagas.—Sh. .. D—G<br>Wl.—Nag. ... N—D |

Summe: Correction von Wladiwostok—Madras: 3 N—3 G, d. h. dreimal der persönliche Unterschied zwischen den Herren Norris und Green.

Ich glaube also dass dem amerikanischen Resultate nicht ein so viel grösseres Gewicht als dem russischen beigelegt werden darf, und dass es vorsichtiger ist, keinen Unterschied zwischen den beiden Reihen zu machen, und den verschiedenen Längen-Unterschieden, mit Ausnahme von den drei ersten, gleiche Verbesserungen anzubringen. Der von Auwers berechnete m. Fehler der Länge von Madras würde auch für einen einzelnen Längenunterschied nahezu dasselbe geben, als Scharnhorst angenommen hat. Den ersten Längen-Unterschied, Pulkowa—Greenwich, wollen wir unverändert lassen, dem zweiten, Moskau—Pulkowa, nur $\frac{1}{3}$, und dem dritten, Kasan—Moskau, $\frac{2}{3}$ Correction anbringen. Der Schlussfehler 0ˢ,431 muss also in 22 Theile getheilt werden; jeder Theil wird also = 0ˢ,0196 sein.

Unter Berücksichtigung dieser Correctionen erhalten wir für die ganze Kette die untenstehenden Längen:

| | Verbesserung. | | | |
|---|---|---|---|---|
| Greenwich | 0ˢ,000 | 0ʰ | 0ᵐ | 0ˢ,000 |
| Pulkowa | 0,000 | 2 | 1 | 18,650 |
| Moskau | — 0,007 | 2 | 30 | 17,093 |
| Kasan | — 0,020 | 3 | 16 | 29,046 |
| Ekaterinenburg | — 0,039 | 4 | 2 | 28,664 |
| Omsk | — 0,059 | 4 | 53 | 30,155 |
| Tomsk | — 0,078 | 5 | 39 | 48,750 |
| Kansk | — 0,098 | 6 | 22 | 49,919 |
| Irkutsk | — 0,118 | 6 | 57 | 7,989 |
| Tschita | — 0,137 | 7 | 34 | 0,058 |
| Stritensk | — 0,157 | 7 | 50 | 45,557 |
| Albasin | — 0,176 | 8 | 16 | 17,212 |
| Blagoweschtschensk | — 0,196 | 8 | 30 | 3,184 |
| Chawarowka | — 0,216 | 9 | 0 | 14,126 |
| Wladiwostok | — 0,235 / + 0,196 | 8 | 47 | 31,065 |
| Shanghai | + 0,176 | 8 | 5 | 56,255 |
| Hongkong | + 0,157 | 7 | 36 | 38,946 |
| Cape St. James | + 0,137 | 7 | 8 | 17,498 |
| Singapore | + 0,118 | 6 | 55 | 25,054 |
| Madras | + 0,098 | 5 | 20 | 59,432 |
| Bombay | + 0,078 | 4 | 51 | 15,902 |
| Aden | + 0,059 | 2 | 59 | 55,910 |
| Suez | + 0,039 | 2 | 10 | 13,244 |
| Mokattam | + 0,020 | 2 | 5 | 6,260 |
| Greenwich | 0,000 | 0 | 0 | 0,000 |

Entlehnen wir aus diesem Verzeichniss:

| | |
|---|---|
| Singapore | $6^h$ $53^m$ $25^s$,054 o. v. Gr., |

und fügen wir hinzu:

| | |
|---|---|
| Reduction auf den früheren Ort des Flaggenstocks auf Fort Canning | — 1,509 |
| und den von Herrn Soeters und mir gefundenen Längen-Unterschied | + 11 50,985 |
| so erhalten wir für die Länge von Batavia, Zeitsignal am alten Hafen | $7^h$ $7^m$ $14^s$,530 = 106° 48′ 38″,0 Ost von Greenwich. |

---

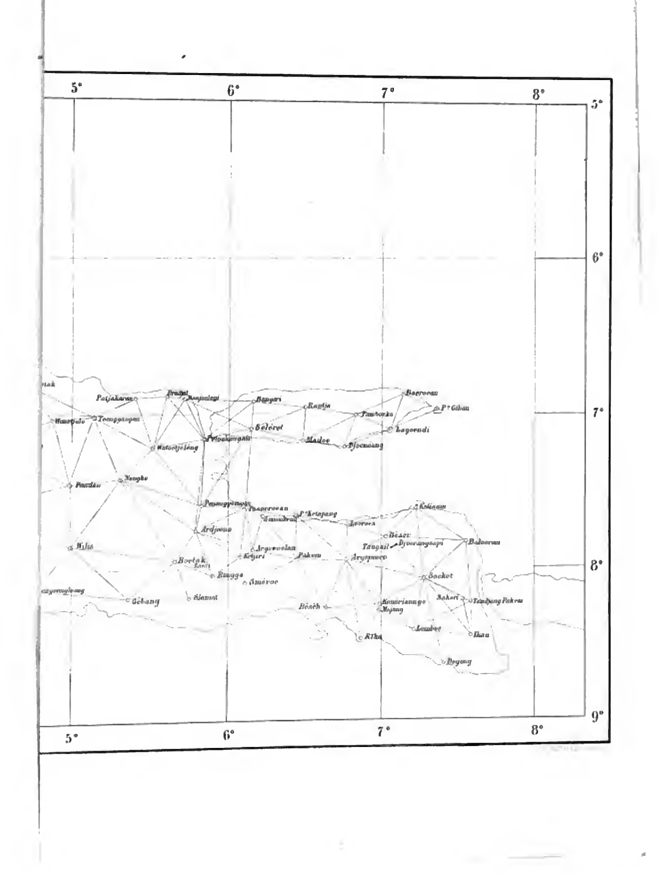
BEMERKUNG. Wie ich neulich erfahren habe, ist das Zeitsignal vom alten Hafencanal nach dem neuen Hafen zu Tandjong Priok versetzt worden, und zwar um $18^s$,167 = 4′ 32″,5 östlicher.

Ferner hat sich, siehe oben S. 132, aus der Triangulation ergeben, dass der Leuchtthurm am alten Hafen 2302,35 Meter in einer Richtung Nord 9°44′,5 West vom Orte des alten Zeitsignals absteht, d. h. um 425,5 Meter = 13″,770 = $0^s$,918 West.

Wir finden also auch für die Länge:

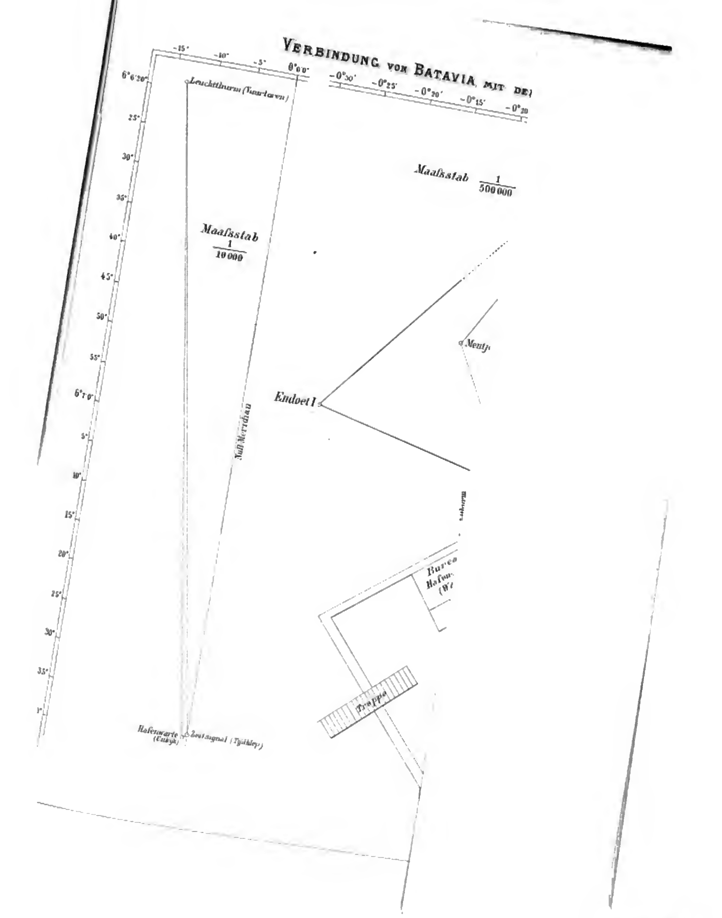
| | |
|---|---|
| des Leuchtthurms | $7^h$ $7^m$ $13^s$,612 = 106° 48′ 24″,2 Ost von Greenwich. |
| des neuen Zeitsignals zu Tandjong Priok | 7 7 32 ,697 = 106 53 10 ,5 " " " |

Die erste dieser beiden Zahlen bezieht sich auf einen durch die Triangulation mit dem Dreiecksnetze verbundenen Punkt.



5°
6°
7°
8°
5°
6°
7°
8°
9°
5°
6°
7°
8°
Patjakaran
Banyari
Rantja
Baeroeau
P.° Giliau
Toenggangan
Beleret
Tamboeko
Bagoendi
Watoetjeleng
Madoe
Djoemiang
Nongko
Pandan
Panggoengan
Pasoeroean
P.° Ketapang
Kaliaum
Ardjoeno
Besar
Tangail
Djoerangngapi
Baloerau
Wilis
Argowoelan
Keljeri
Pakem
Argopoero
Bortak
Rangga
Smeroe
Soekot
Gebang
Blamat
Beach
Kaauriaange
Mayang
Bahari
Tandjong Pakem
Lembee
Ikau
Rika
Pegeng





Verbindung von Batavia mit de[…]
Maafsstab 1/500 000
Maafsstab 1/10 000
Leuchtthurm (Vuurtoren)
Null Meridian
Endoet I
Treppe
Hafenwarte (Uitkyk)
Zeitsignal (Tydsein)

